

**Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und Pflanzenschutz**

64. Band · Jahrgang 1957 · Heft 7/10

Zum

**IV. Internationalen
Pflanzenschutzkongreß
Hamburg**

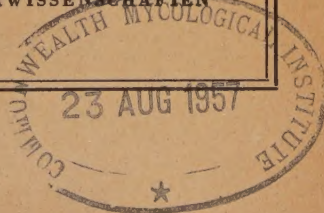
vom 8. bis 15. September 1957

herausgegeben von

Professor Dr. Dr. h. c. Hans Blunck



EUGEN ULMER · STUTTGART · GEROKSTRASSE 19
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT, GARTENBAU UND NATURWISSENSCHAFTEN



Inhaltsübersicht von Heft 7-10

Originalabhandlungen

Seite

Müller, H., Ein Jahrzehnt Pflanzenschutzforschung und Pflanzenschutzdienst in Deutschland — Rückblick und Ausblick 1947—1957	385—391
Butovitsch, V., Einige Probleme der Forstentomologie in Schweden	392—396
Gram, Ernst, Ursprungsfragen im internationalen Pflanzenverkehr	396—401
Müller, K. O., Theoretische Betrachtungen zur Epidemiologie anemochorischer Pflanzenkrankheiten. Mit 1 Abbildung.	402—407
Winter, Arrien G., Beziehungen zwischen Edaphon und Pflanze im Lichte neuerer Biocönoseforschung.	407—415
Horsfall, James G. and A. E. Dimond, Interactions of Tissue Sugar, Growth Substances, and Disease Susceptibility.	415—421
Naef-Roth, Stephi., Über die parasitogenen und toxischen Veränderungen der Atmungsintensität bei Tomaten. Mit 1 Abbildung.	421—426
Rademacher, Bernhard, Die Bedeutung allelopathischer Erscheinungen in der Pflanzenpathologie.	427—439
Brandenburg, E., Frühsymptome des Bormangels an <i>Beta</i> -Rüben. Mit 5 Abbildungen.	440—442
Langenbuch, R., Beitrag zur Differentialdiagnose von Viruseinschlußkörpern (Polyedern) in Schnittpräparaten. Mit 3 Abbildungen.	443—444
Klinkowski, M. und H. Opel, Die Gurke (<i>Cucumis sativus</i> L.) als Wirtspflanze des Rhabarber-Mosaik-Virus. Mit 7 Abbildungen.	445—451
Hey, Alfred, Zur Rassenanalyse des Kartoffelkrebses (<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Perc.). Mit 2 Abbildungen.	452—457
Săvulescu, Traian, Schwarzer Gerstenflugbrand (<i>Ustilago nigra</i> Tapke) in der Rumänischen Volksrepublik. Mit 3 Abbildungen.	457—469
Ripper, W. E. and J. K. Scott, A Physical Chemical Method to Increase the Selectivity of Pre-Emergent Herbicides.	469—477
Freed, Virgil H. and Peter Burschel, The Relationship of Water Solubility to Dosage of Herbicides.	477—479
Ehlers, Max, Kombinationsversuche mit CIPC und CMU zur Unkrautbekämpfung in Gemüsekulturen.	479—484
Oostenbrink, M., Der Transport von <i>Pratylenchus penetrans</i> (Nematoda) mit Pflanzgut. Mit 1 Abbildung.	484—490
Diker, T., A Brief Discussion of the Root-knot Nematodes Observed in the Sugar beet Growing Areas of Turkey. With 2 Figures.	490—493
Van den Brande, J. et A. Gillard, Importation et Répartition en Belgique des Nématodes de la Sous-Famille des Heteroderinae. Avec 8 Figures.	493—498
Hoskins, W. M., Bioassay in Entomological Research. With 2 Figures.	498—505
Thorsteinson, A. J., The Susceptibility of Crops to Insect Injury in Relation to the Chemical Constitution of the Plant.	505—507
Moericke, V., Der Flug von Insekten über pflanzenfreien und pflanzenbewachsenen Flächen. Mit 2 Abbildungen.	507—514
Meyer, Eckart und Rolf Hellerich, Beobachtungen über schädliche Rhynchoten und Acariden an Moorbeetpflanzen im nordwestdeutschen Küstengebiet.	514—520
Voûte, A. D. und J. Luitjes, <i>Diprion pini</i> L. als Schädling der Kiefernbestände in den Niederlanden.	520—522
Ghilarov, M. S. und L. M. Semenova, Die Kutikelpermeabilität bodenbewohnender Tipuliden-Larven mit 4 Abbildungen.	522—528
Müller-Kögler, E., Über eine Mykose der Larven von <i>Tipula paludosa</i> Meig. durch <i>Empusa</i> sp. Mit 5 Abbildungen.	529—534
Speyer, W., Die Eiablage der Weizengallmücken <i>Contarinia tritici</i> Kirby und <i>Sitodiplosis mosellana</i> Géhin. Mit 9 Abbildungen.	534—540
Jepson, W. F. and I. W. B. Nye, <i>Oscinella frit</i> L. and closely allied species in England and Germany. With 2 Figures.	541—547

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

64. Jahrgang

Juli/August/September/Oktober 1957

Heft 7/10

Originalabhandlungen

**Ein Jahrzehnt Pflanzenschutzforschung und Pflanzenschutz-
dienst in Deutschland – Rückblick und Ausblick 1947–1957**

Von H. Müller

(Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem)

Das nicht alltägliche Ereignis des Zusammentreffens einer großen Zahl von Wissenschaftlern und Praktikern des Pflanzenschutzes auf deutschem Boden beim IV. Internationalen Pflanzenschutzkongreß ist gewiß Anlaß genug, die Arbeit auf diesem Fachgebiet innerhalb des Gastlandes für einen Zeitabschnitt kurz zu umreißen, der hier durch tiefgreifende Veränderungen der Wirtschafts-verhältnisse in Landwirtschaft und Gartenbau mit ihren Sonderkulturen wie in der Forstwirtschaft gekennzeichnet ist. Hat es sich doch im letzten Jahrzehnt auch für die Pflanzenschutzforschung und den Pflanzenschutzdienst in Deutschland darum gehandelt, in einem neuen Ansatz die verbliebenen Arbeitsmöglichkeiten den veränderten Verhältnissen anzugleichen und auszubauen sowie gleichzeitig den Anschluß an eine Entwicklung in anderen Ländern zu gewinnen, mit denen die unmittelbare Verbindung für lange Zeit gefehlt hatte. Eine vollständige Darstellung dieser stürmischen Nachholarbeit kann freilich hier nicht gegeben werden. Daher sei es gestattet, den Wiederaufbau der Anstalten, Ämter und Institute und ihrer Zusammenarbeit kurz zu umreißen und anschließend Leistung und Aufgaben des deutschen Pflanzenschutzes an einigen Beispielen aufzuzeigen.

Im Mittelpunkt der deutschen Pflanzenschutzforschung für das Gebiet der Deutschen Bundesrepublik und für West-Berlin steht die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, welche die der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft seit ihrer Gründung vor mehr als 50 Jahren zugewiesenen und sodann durch das Gesetz zum Schutz der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom 5. März 1937 bestätigten Aufgaben für das Gebiet der Deutschen Bundesrepublik übernommen hat. Die Biologische Bundesanstalt setzt also die Forschungsarbeiten in Phytopathologie, angewandter Entomologie und in den übrigen Zweigen der einschlägigen angewandten Biologie, die der Biologischen Reichsanstalt aufgegeben waren, geradlinig fort; sie ist nachgeordnete Fachbehörde des Bundesministeriums für

Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und stützt ihre Tätigkeit auf die Neufassung des Gesetzes zum Schutze der Kulturpflanzen vom 26. August 1949. Die Anstalt führt diese Arbeiten in den beiden Schwerpunkten Braunschweig mit der Hauptverwaltung und in Berlin-Dahlem, zu denen jeweils Bibliothek, Bildstelle und Versuchsfeld gehören, sowie in 9 Außeninstituten mit insgesamt 82 wissenschaftlichen Mitarbeitern durch. Es befinden sich

I. in Braunschweig-Gliesmarode, Messeweg 11–12,

1. die Abteilung für Pflanzenschutzmittel- und -Geräteprüfung mit a) dem Institut für chemische Mittelprüfung, b) dem Institut für botanische Mittelprüfung, c) dem Institut für zoologische Mittelprüfung, d) dem Institut für Geräteprüfung, 2. das Institut für physiologische Botanik, 3. das Institut für Resistenzprüfung, 4. das Institut für landwirtschaftliche Virusforschung, 5. das Institut für Virusserologie;

II. in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19,

1. das Institut für Bakteriologie, 2. das Institut für Mykologie, 3. das Institut für physiologische Zoologie, 4. das Institut für landwirtschaftliche Zoologie, 5. das Institut für gärtnerische Virusforschung, 6. das Institut für landwirtschaftliche Chemie, 7. das Institut für Pflanzenschutzmittelforschung, 8. das Institut für Vorratsschutz, 9. das Institut für Zierpflanzenbau.

Hier bestehen außerdem die Dienststellen a) für Organisations- und Gesetzesfragen sowie b) für Meldedienst, Prognose und Warndienst.

III. in folgenden Orten der Bundesrepublik

1. das Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau in Kiel-Kitzeberg, Schloßkoppelweg 8, 2. das Institut für biologische Schädlingsbekämpfung in Darmstadt, Kranichsteiner Straße 61, 3. das Institut für Grünlandfragen in Oldenburg i. O., Philosophenweg 16, 4. das Institut für Hackfruchtbau in Münster/Westf., Greverer Straße 297, 5. das Institut für Gemüsebau und Unkrautforschung in Neuß II-Land, Lauvenburg, 6. das Institut für Biochemie in Hannoversch-Münden, Göttinger Straße 4, 7. das Institut für forstliche Mykologie und Holzschutz in Hannoversch-Münden, Kasseler Straße 22, 8. das Institut für Obstbau in Heidelberg, Tiergartenstraße 100, 9. das Institut für Weinbau in Bernkastel-Kues, Brüningstraße 84.

Die deutsche Pflanzenschutzforschung hat weiterhin eine starke Stütze in der Arbeit der Hochschulinstitute für Phytopathologie und Pflanzenschutz, deren Zahl im letzten Jahrzehnt erfreulicherweise in Westdeutschland — abgesehen von den besonderen Instituten für den Forstschutz — von 2 auf 5 Institute, und zwar in Bonn-Poppelsdorf, Stuttgart-Hohenheim, Göttingen, Gießen und Hannover angewachsen ist. Außerdem bestehen 8 Lehraufträge für dieses Fachgebiet an anderen Hochschulen. An der Forschungsarbeit ist ferner die Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, beteiligt, wie die Fülle der Forschungsaufgaben im Pflanzenschutz heute auch die Beteiligung aller sonstigen, entsprechend ausgestatteten Institute in einzelnen Anbaugebieten und im Rahmen der Fachindustrie erforderlich macht.

Die Ausübung des Pflanzenschutzes in der breiten Praxis liegt nach dem Pflanzenschutzgesetz beim Deutschen Pflanzenschutzdienst. Wenn auch dieser

Zusammenschluß der Pflanzenschutzämter von der Erschütterung des früheren deutschen Staatsgefüges nicht verschont geblieben ist, so hat doch die hier verwurzelte Verpflichtung zur Sicherung der heranwachsenden Ernten und der Vorräte für die Volksernährung eine vollständige Unterbrechung der praktischen Pflanzenschutzarbeit verhindert und sehr bald die zur Gewährleistung des Erfolges unerläßliche Zusammenarbeit, an der auch die Biologische Bundesanstalt beteiligt ist, wiedererstehen lassen. So ist der Deutsche Pflanzenschutzdienst wieder in der Lage, seinen durch das Pflanzenschutzgesetz von 1949 von neuem geregelten Aufgaben nachzukommen. In diesem Rahmen erfolgen Aufklärung und Beratung der Praxis in der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Kulturpflanzen, Überwachung der Kulturen und Vorräte, Leitung von angeordneten Bekämpfungsmaßnahmen, Berichterstattung über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, Mitarbeit bei der Prüfung der Mittel und Verfahren zum Pflanzenschutz und der Pflanzenschutzgeräte sowie die Überwachung der Einfuhr, Durchfuhr und Ausfuhr von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen. Es ist erfreulich, daß der Ausbau der einzelnen Glieder dieses Pflanzenschutzdienstes, der beiden Landesanstalten und der 16 Pflanzenschutzämter, in den Bundesländern während des letzten Jahrzehntes beachtliche Fortschritte gemacht hat. Zur Zeit sind an dieser Arbeit in den Bundesländern insgesamt rund 125 wissenschaftliche Kräfte beteiligt, denen jeweils im großen Durchschnitt etwa 5 Techniker zur Seite stehen. Neue großzügig ausgebaute Dienstgebäude in Münster/Westf., Frankfurt a. Main, Kiel und Hannover und Erweiterungen der technischen Einrichtungen zeugen von der Entwicklung.

Die Sorge um die Heranbildung geeigneter wissenschaftlicher und praktischer Nachwuchskräfte beschäftigt nicht nur die zuständigen Dienststellen, die Fachinstitute der Hochschulen und die Fachschulen für die mittleren Dienste, sie wird auch getragen von der Vereinigung Deutscher Pflanzenärzte e. V. und der Vereinigung Deutscher Pflanzenschutztechniker e. V.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß die praktische Durchführung der Pflanzenschutzmaßnahmen grundsätzlich Angelegenheit der einzelnen Betriebe bzw. Nutzungsberechtigten ist. Da nicht jedem Betriebsleiter die dazu erforderliche Geräteausrüstung und genügend geschulte Hilfskräfte zur Verfügung stehen, werden diese Arbeiten auch von selbständigen Unternehmern, den Schädlingsbekämpfern, übernommen, die sich in einer Berufsorganisation zusammengeschlossen haben.

Die Unterrichtung über neue Erfahrungen und Schwierigkeiten, die sich bei der weit verzweigten Arbeit des Deutschen Pflanzenschutzdienstes in den verschiedenen Gebieten und Kulturen unter den wechselnden Anbau- und Betriebsverhältnissen ergeben, bleibt nicht auf die Mitteilungen in den wissenschaftlichen Fachzeitschriften wie z. B. in dieser Zeitschrift oder im Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst oder in der Zeitschrift „Gesunde Pflanzen“ beschränkt. Dem Erfahrungsaustausch innerhalb des Deutschen Pflanzenschutzdienstes dienen weiterhin die halbjährlich von der Biologischen Bundesanstalt einberufenen Pflanzenschutzsitzungen, an denen die Institutsleiter der Biologischen Bundesanstalt, die Leiter der Pflanzenschutzämter und die Leiter der Hochschulinstitute für Phytopathologie und Pflanzenschutz und der Fachinstitute für Forstschutz teilnehmen. Eine Gesamttagung aller Wissenschaftler des Pflanzenschutzdienstes mit den Wissenschaftlern der Fachindustrie für Pflanzenschutzmittel und -Geräte sowie mit den technischen Kräften im Pflanzenschutz findet auf Einladung des Präsi-

dentent der Biologischen Bundesanstalt jedes zweite Jahr statt. An dieser Pflanzenschutztagung nehmen auch zahlreiche Kollegen aus den Nachbarländern teil.

Pflanzenschutzforschung und Pflanzenschutzdienst sind auch in der deutschen Ostzone während des letzten Jahrzehntes umgestaltet und erheblich ausgebaut worden. Ausgangspunkt dieser Entwicklung sind auch hier die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem und die Pflanzenschutzämter. Die Aufgaben der ehemaligen Biologischen Reichsanstalt werden im Rahmen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaft zu Berlin-Ost von der Biologischen Zentralanstalt in ihren Instituten in Aschersleben, Berlin-Kleinmachnow und Naumburg/Saale wahrgenommen. Dieser Anstalt sind die 4 Pflanzenschutzämter des Gebietes angegliedert. Forschung und Lehre in Phytopathologie und Pflanzenschutz haben ihre Stätte in den Hochschulinstituten von Halle, Jena, Leipzig und Rostock, von denen das Institut für Phytopathologie in Halle aus dem ersten deutschen Lehrauftrag für Pflanzenkrankheiten hervorgegangen ist.

Der in knappen Umrissen aufgezeigte Wiederaufbau von Pflanzenschutzforschung und Pflanzenschutzdienst in Deutschland hat sich zum größten Teil neben der gleichzeitigen Erfüllung der praktischen Aufgaben des Pflanzen- und Vorratsschutzes vollziehen müssen. Zur Veranschaulichung dieser praktischen Arbeiten seien 4 wichtige Arbeitsgebiete als Beispiele etwas ausführlicher erläutert.

1. Die Unterrichtung über das Auftreten gefährlicher Krankheitserreger und Schädlinge in den einzelnen Kulturpflanzenbeständen, über die Stärke ihres regelmäßigen oder periodisch wechselnden Vorkommens im allgemeinen wie in bestimmten Schadensgebieten und über die Möglichkeiten sowie den jeweiligen Stand des Vorrückens einzelner Schädlinge ist der Ausgangspunkt für praktische Pflanzenschutzmaßnahmen. Daher ist der Beobachtungs- und Meldedienst für den deutschen Pflanzenschutz bereits in der Biologischen Reichsanstalt sorgsam ausgebaut und durch Einbeziehung von Phänologie und Meteorologie möglichst weitgehend nutzbar gemacht worden. Die Zusammendrängung der Menschen in Westdeutschland nach dem zweiten Weltkrieg hat die Beobachtungen über das Auftreten der Schadenserreger noch dringlicher werden lassen, da die Gefahr der Verschleppung und Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen infolge der Ausweitung des Verkehrs und der Verstärkung des Güterausstausches erheblich gestiegen war, zugleich aber eine Störung in der Versorgung der Bevölkerung durch Ernteverluste möglichst weitgehend vermieden werden mußte. Infolgedessen ist die Berichterstattung über diese Schadensursachen sehr bald wieder angeordnet und als Aufgabe der Pflanzenschutzämter in das neugefaßte Pflanzenschutzgesetz von 1949 aufgenommen worden. Die Zusammenfassung und Auswertung der Berichte hat seitdem die Biologische Bundesanstalt vorzunehmen, die wie vordem die Biologische Reichsanstalt dafür wieder eine besondere Dienststelle eingerichtet hat. Der Wiederaufbau der Beobachternetze in den Dienstgebieten der Pflanzenschutzämter hat aus wirtschaftlichen Gründen zunächst gewisse Schwierigkeiten bereitet und eine ganz einheitliche Organisation bis zum letzten Beobachter nicht ermöglicht.

Daneben ist im letzten Jahrzehnt der Warndienst mehr und mehr ausgebaut worden, dem die unmittelbare Aufklärung und Beratung der Praktiker im Pflanzenschutz zukommt. Die Notwendigkeit der Intensivierung in Landwirtschaft und Gartenbau bei bestmöglicher Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen hat den Pflanzenschutz seinen festen Platz in der Betriebsplanung gewinnen lassen. Es kommt jedoch nunmehr darauf an, die Bekämpfung der als gefährlich bekannten Krankheiten und Schädlinge in den einzelnen Kulturen so anzusetzen, daß Bekämpfungsmittel und -verfahren möglichst voll wirksam werden können. Dazu bedarf es in erster Linie des zeitgerechten Einsatzes der betreffenden Mittel. Der Warndienst hat die Aufgabe der laufenden kurzfristigen Unterrichtung der Praxis über das bedrohliche Aufkommen der Krankheitserreger und Schädlinge und den ungefähren Ablauf ihrer Vermehrung sowie der Beratung über Ansatz und Art der in Betracht kommenden Bekämpfungsmaßnahmen. Dazu arbeiten Berichterstatter

oder Beobachter in den Landkreisen, Außen- und Bezirksstellen der Pflanzenschutzämter sowie Wetterstationen zunächst zur Feststellung der Befallslage in den Beobachtungsgebieten zusammen, um dem Pflanzenschutzamt als Warnzentrale Unterlagen für seinen Lagebericht zu vermitteln. Auf Grund des aus vielfältigen Beiträgen erarbeiteten Lageberichts ergehen von der Warnzentrale die Warnungen bzw. Warnempfehlungen.

Die Warnungen werden der Praxis über den Rundfunk und die Tagespresse, über die Anschlagtafeln der Gemeinden, über genossenschaftliche oder sonstige Beratungsdienste sowie durch unmittelbare Benachrichtigungen der einzelnen Betriebe auf dem Postwege zugeleitet.

2. Ein den veränderten Verhältnissen entsprechender Wiederaufbau hat sich im letzten Jahrzehnt auch bei der amtlichen Prüfung von Pflanzenschutzmitteln und -geräten vollzogen. Diese Prüfung wird auf Grund des Pflanzenschutzgesetzes von der Biologischen Bundesanstalt in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzämtern, Weinbauanstalten, Forstschutzdienststellen und anderen Fachinstituten des öffentlichen Dienstes durchgeführt. Die Prüfungen werden auf Antrag vorgenommen, ohne daß ein allgemeiner Zwang zur Anmeldung besteht. Die Bearbeitung der Prüfungsvorgänge von der Anmeldung der Mittel und Geräte über die Aufstellung der Versuchspläne und die Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bis zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Erzeugnisse in besonderen Prüfungsausschüssen obliegt der obengenannten Abteilung für Pflanzenschutzmittel- und -Geräteprüfung mit ihren Instituten. Prüfungsausschüsse bestehen für den allgemeinen Pflanzenschutz in Feld-, Obst- und Gartenbau, für Weinbau, Forst, Nagetierbekämpfung und Geräteeinsatz; sie beurteilen die Mittel und Geräte nach den Prüfungsergebnissen und erarbeiten damit die Grundlage für die Anerkennung der Erzeugnisse durch die Biologische Bundesanstalt.

Neben der Neubildung der Arbeitskreise waren für die einzelnen Prüfungen besondere Anforderungen durch den großen Ansturm neuer Wirkstoffe und Fertigpräparate aus dem Ausland und durch die rasch einsetzende lebhaft entwickelte Arbeit der deutschen Fachindustrie bei den Pflanzenschutzmitteln wie bei den Pflanzenschutzgeräten gestellt. Gleichwohl ist es möglich gewesen, das amtliche Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis, das der Unterrichtung des Deutschen Pflanzenschutzdienstes und der Praxis über die anerkannten Pflanzenschutzmittel in den erprobten Anwendungsweisen und über die anerkannten Pflanzenschutzgeräte dient, als Merkblatt Nr. 1 der Biologischen Bundesanstalt bereits im Jahre 1948 wieder herauszugeben. Dieses Verzeichnis erscheint seitdem wieder jährlich neu, wobei die Gesamtzahl der aufgeführten Bekämpfungsmittel und Geräte erheblich angestiegen ist. Die Vermehrung der Wirkstoffgruppen bei den Pflanzenschutzmitteln und der Zuwachs an verfügbaren Präparaten in den einzelnen Gruppen geben ein eindrucksvolles Bild von der Entwicklung der Bekämpfungsmöglichkeiten in diesem Jahrzehnt. Sie deuten zugleich auf das Anwachsen der Prüfungsarbeit hin, die seitdem jährlich zu bewältigen ist.

Die laufenden Neuerungen des Verzeichnisses lassen auch erkennen, daß einerseits eine Vereinheitlichung der Anwendungsweisen bei länger erprobten Bekämpfungsmitteln angestrebt wird, andererseits neue Bekämpfungsmittel mit spezifischer Wirksamkeit gegen bestimmte Schädlinge oder einzelne Schädlingsgruppen bereitgestellt worden sind. Dies erfordert genaue Beachtung der Anwendungsbereiche der einzelnen Wirkstoffe und Anwendungsweisen, welche die Mittelprüfstelle durch Ausgabe besonderer Merkblätter für Getreidebeizung (Nr. 2), für die Schädlingsbekämpfung im Weinbau (Nr. 4), für den Vorratsschutz (Nr. 6), für den Forstschutz (Nr. 10) und für die Rattenbekämpfung (Nr. 3) zu erleichtern sucht.

Die Notwendigkeit, die Pflanzenschutzmaßnahmen möglichst wirtschaftlich zu gestalten, hat auch zur Weiterentwicklung der Pflanzenschutzgeräte durch die Fachindustrie Anlaß gegeben. Zuerst ist hier auf den Fortschritt vom Spritzen, das z. B. bei der Feldbehandlung Brühemengen von durchschnittlich 600 l je Hektar erfordert, zum Sprühen hinzuweisen, bei dem die Spritzmittel beim Austreten aus den Spritzdüsen durch einen Luftstrom fein verteilt und auf die Pflanzen befördert werden. Dieses Verfahren verbilligt dank erheblicher Einsparung von Spritzbrühe je Flächeneinheit die Bekämpfungsmaßnahmen wesentlich. Ferner hat die Entwicklung von Nebelgeräten, die entweder Kaltnebel oder Heißnebel mit entsprechenden Pflanzenschutzwirkstoffen ausbringen, bestimmte Bekämpfungsmaßnahmen im Forst, im Feldbau oder im Obstbau erleichtert. Technische Tests und Einsatzprüfungen mit solchen Gerätetypen ebenso wie die Prüfung neuer Typen von Stäubegeräten für den Pflanzenschutz werden laufend vom Institut

für Geräteprüfung der Biologischen Bundesanstalt gemeinsam mit den beteiligten Fachinstituten des praktischen Pflanzenschutzes bearbeitet.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Feststellung etwaiger Nebenwirkungen der Pflanzenschutzmittel zugewandt, die für den Menschen und seine Nutztiere, für die Kulturpflanzen und ihre Verwendbarkeit oder für die sonstige Lebewelt nachteilig sein könnten. Eine Arbeitsgemeinschaft mit dem Bundesgesundheitsamt, einigen pharmakologischen Instituten und Vertretern zuständiger Behörden befaßt sich mit den hier bedeutsamen gesundheitlichen Fragen, die mit der Anwendung der Mittel oder mit dem Verbleiben von Rückständen der Präparate auf dem Erntegut zusammenhängen. In anderen Arbeitskreisen werden die Angelegenheiten des Vorratsschutzes bei der Lagerhaltung von Getreide sowie die Untersuchung von Pflanzenschutzmitteln auf Bienengefährlichkeit und die zum Schutze der Bienen erforderlichen Maßnahmen behandelt.

3. Die Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen mit hochwirksamen Präparaten großer Wirkungsbreite auf die Lebensgemeinschaften an den Standorten der Kulturpflanzen, die sich durch das Aufkommen giftfester Rassen bei den bekämpften Schadenserregern und durch das zunehmende Hervortreten bisher weniger gefährlicher Schädlinge kennzeichnen lassen, haben auch im deutschen Pflanzenschutz neue Veranlassung zu Forschungsarbeiten über die Möglichkeit des Einsatzes und der Förderung von Feinden und Krankheitserregern der Schädlinge bei ihrer Bekämpfung, also über biologische Schädlingsbekämpfung, gegeben. Derartige Arbeiten sind im Rahmen der Biologischen Bundesanstalt Aufgabe des Institutes für biologische Schädlingsbekämpfung und Kartoffelkäferforschung in Darmstadt. Es liegt in der Natur der Sache, daß diese Arbeiten auf weite Sicht angelegt und durchgeführt werden müssen. Immerhin sind bereits mannigfache Erfahrungen gesammelt worden, z. B. bei der Gründung von Kolonien der roten Waldameise (*Formica rufa* L.) in verschiedenen Forstgebieten, bei der Anzucht der Zehrwespe (*Prospaltella perniciosi* Tower) zur Niederhaltung der San José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* oder bei der Virusausbringung zur Bekämpfung der Kiefernblattwespe (*Neodiprion sertifer* Geoffr.).

4. Die Ausbreitung der Viruskrankheiten, die durch die schon erwähnte Intensivierung des Pflanzenbaues und die Steigerung von Handel und Verkehr begünstigt worden ist, hat hier nicht nur eine Fortsetzung der früheren Arbeiten auf dem Gebiete der Kartoffelvirosen zur Folge gehabt, sondern sowohl den weiteren Ausbau dieser Arbeiten wie die Einbeziehung der Viruskrankheiten bei Rüben, Leguminosen, Tabak, Gemüse- und Zierpflanzen und bei den Obstgewächsen in die Untersuchungen notwendig gemacht. Die Grundlagenforschung über die allgemeine Pathologie der Viruskrankheiten bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hat durch die Errichtung eines neuen Dienstgebäudes für das Institut für landwirtschaftliche Virusforschung bei der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig große Förderung erfahren. Das neuzeitlich ausgestattete Institut hat zugleich Untersuchungen über die Epidemiologie und Bekämpfung der Viren durchzuführen und Verfahren zur Virusdiagnose auszuarbeiten. Diese Arbeiten werden ergänzt durch serologische Untersuchungen und serologische Diagnostik, die von dem im gleichen Gebäude befindlichen Institut für Virusserologie bearbeitet werden. In diesem Institut werden auch spezifische Seren gegen pflanzenpathogene Viren hergestellt, wodurch z. B. die serologische Prüfung der Kartoffeln auf X-Virus-Befall mit Hilfe von Serumblättchen in größtem Umfange ermöglicht worden ist. — Ausgedehnte Untersuchungen sind zur Klärung der Kartoffelvirosen und der Epidemiologie und Verbreitung der virösen Rübenvergilbung durchgeführt worden. Danach konnte die praktische Bekämpfung, vor allen Dingen der zeitgerechte Einsatz systemischer Insektizide zur Niederhaltung der Virusüberträger, angesetzt und gelenkt werden. — Die Erfassung der bei den Leguminosen, insbesondere bei den Bohnen und Erbsen vorkommenden Viruserkrankungen ist aufgenommen worden und hat zum Nachweis der unterschiedlichen Befallsempfindlichkeit verschiedener Sorten geführt, die praktisch ausgenutzt wird. — Desgleichen sind die Befallverhältnisse bei Viruserkrankungen im einheimischen Tabakanbau untersucht und danach die Infektionsgefahren durch zweckentsprechende Anbauempfehlungen erheblich gemindert worden.

Die wachsende Gefährdung gärtnerischer Kulturpflanzen durch Viruskrankheiten sowohl im Gemüsebau wie im Zierpflanzenbau haben Veranlassung zu besonderer Bearbeitung dieses Gebietes in einem Institut für gärtnerische Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt gegeben. Auch im Bereich des obstbaulichen Pflanzenschutzes sind Beobachtungen über Auftreten und Art von Virus-

erkrankungen bei Beerenobst, Kern- und Steinobst von den Obstbau-Fachinstituten aufgenommen worden.

Die bereits vorliegenden Erfahrungen haben die hier für einen wirksamen Schutz unserer Kulturpflanzen bestehenden Schwierigkeiten deutlich gemacht, aber auch gezeigt, daß planmäßige, sorgsame Überwachung der Pflanzenbestände und zeitgerechte, sachgemäße Bekämpfung der Vektoren befriedigende Erträge herbeiführen und sichern können.

5. Wie bei diesen ausführlicher behandelten Beispielen stehen Pflanzenschutzforschung und Pflanzenschutzdienst in Deutschland aufmerksam inmitten der praktischen Anforderungen, die sich fortlaufend aus dem intensiven Pflanzenbau zur Gesunderhaltung der Bestände und der pflanzlichen Erzeugnisse für die Vermehrung wie für den Verbrauch ergeben. Dabei geht es darum, bekannte Bekämpfungsverfahren z. B. Getreidebeizung oder die Krautfäulebekämpfung bei den Kartoffeln oder die planmäßigen Spritzungen im Obst-, Hopfen- und Weinbau durch Einsatz neuer Bekämpfungsmittel und Ausnutzung neuer Geräte zu verbessern und zu vereinfachen. Ferner finden besondere Beachtung alle Maßnahmen zur Gesunderhaltung stark beanspruchter Kulturböden, zu denen insbesondere die sorgfältige Überwachung der Nematoden gehört. Weiterhin werden die Möglichkeiten, welche die neueren chemischen Mittel zur Unkrautbekämpfung bieten, auf ihre Verwendbarkeit in den verschiedenen Kulturen unter biologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten eingehend geprüft.

Summary

The reconstruction during the last decade and present organization of the scientific research in phytopathology and of Plant-Protection-Service in Germany is outlined.

From the different tasks are presented: Reporting- and Warning-Service, official checking of pesticides and machinery for plant-protection, biological pest-control and investigations of virus-diseases. Besides all this general references to other work are given.

Literatur

- Blunck, H.: Viruskrankheiten. Fortschritte im Wissen von ihrem Wesen und Wirken. Ludwigsburg. Ulmer 1955.
- Böning, K.: Der amtliche deutsche Pflanzenschutzdienst. Bayer. Landwirtschaftsverl. 1954.
- Franz, J.: Neue Möglichkeiten und Ergebnisse der biologischen Schädlingsbekämpfung. — Mitt. Biol. Zentralanst. **75**, 12-22, 1953.
- Härle, A.: Geschichte und Aufgabe des Beobachtungs- und Meldedienstes. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 92-99, 1955.
- Köhler, E. u. a.: Pflanzliche Virusforschung. — Mitt. Biol. Bundesanst. **81**, 1954.
- Müller, H.: Die Entwicklung der amtlichen Prüfung von Pflanzenschutzmitteln und ihre Bedeutung für den Deutschen Pflanzenschutzdienst. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 77-79, 1955.
- Rademacher, B.: Die Entwicklung der akademischen Ausbildung für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz in Deutschland. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 72-76, 1955.
- Richter, H.: 50 Jahre Deutscher Pflanzenschutzdienst. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 65-67, 1955.
- Schuch, K.: Viruskrankheiten und ähnliche Erscheinungen bei Obstgewächsen. — Mitt. Biol. Bundesanst. **88**, 1957.
- Steudel, W. und A. Heiling: Die Vergilbungskrankheit der Rübe. — Mitt. Biol. Bundesanst. **79**, 1954.
- Stolze, K. V.: Vom Meldedienst zum Warndienst. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 87-92, 1955.

Einige Probleme der Forstentomologie in Schweden

Von V. Butovitsch, Stockholm

Die Aufgaben und Ziele der forstlichen Entomologie und des Forstschutzes gegen Tiere in Schweden, wie auch in den übrigen nordischen Ländern, unterscheiden sich nicht unwesentlich von jenen, die beispielsweise in den mitteleuropäischen Ländern vorherrschend sind. Wenn in Mitteleuropa primäre, akut auftretende Schädlinge mit ihren häufig vorkommenden Gradationen wirtschaftlich eine sehr bedeutende Rolle spielen, so ist dies im Norden Europas nicht der Fall. Das kühlere Klima mit relativ kurzer Vegetationszeit wirkt hemmend auf die Entwicklung solcher Schädlinge, und deren Massenvermehrungen treten verhältnismäßig selten auf. Als ein extremes Beispiel kann die in Mitteleuropa häufige Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) erwähnt werden, die in Schweden in den letzten 200 Jahren nur einmal als Massenschädling auftrat. Die wirtschaftlich wirklich bedeutungsvollen Verluste werden in Schweden von jenen Insekten verursacht, die von den Maßnahmen des Forstmannes direkt abhängig sind. Diese sind es, die das Interesse der Forstentomologen ständig auf sich lenken und die das Hauptobjekt der Forschung ausmachen.

Die Probleme, die im nachstehenden berührt werden, beziehen sich jedoch nicht auf die durch menschliche Kultur bedingten Schädlinge schlechtweg, sondern befassen sich vielmehr mit der Wirkung, die die Änderungen der schwedischen Forstwirtschaft in der neueren Zeit auf diese Insekten ausgeübt haben.

Noch vor wenigen Jahrzehnten war in Schweden ein Forstbetrieb üblich, der in wesentlichen Zügen an die Plenterwaldwirtschaft erinnerte. Der Lückenhieb und der Schirmschlag gehörten auch zu den landläufigen Hiebsformen. Naturverjüngung wurde grundsätzlich angestrebt, und, wo es sich nicht machen ließ, gebrauchte man Saat oder, seltener, Pflanzung. Das Bild hat sich heute stark verändert. Die Forderung nach größerer Wirtschaftlichkeit und Betriebsrationalisierung begünstigte den Kahlschlag, der in kurzer Zeit, vor allem im Großgrundbesitz, die früheren Hiebsmethoden in den Hintergrund stellte. Dem Kahlschlag folgte die Kunstverjüngung, die wegen oft herrschenden Mangels an geeignetem Saatgut vornehmlich durch Pflanzung bewerkstelligt wird.

Der Übergang zur Kahlschlagwirtschaft hat eine Änderung der Insektenfauna hauptsächlich in quantitativem Sinne nach sich gezogen. Weite, offene Flächen begünstigen nämlich licht- und wärmeliebende Insekten, nicht zuletzt die Wurzelbrüter, unter welchen der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) wirtschaftlich der wichtigste ist. Die Zunahme der Rüsselkäferpopulationen auf Schlagflächen und hiermit auch des Schadens, die im letzten Dezennium in einem geradezu erschreckenden Tempo verlief, läßt sich in den sogenannten Insektenjahresberichten der schwedischen Staatsreviere sowie in den Mitteilungen der Waldpflegeämter deutlich erkennen.

Die frischen Kahlschläge wirken bekanntlich auf den Rüsselkäfer wie Magnetfelder von weitreichender Anziehungskraft. Die Käfer finden hier bessere Entwicklungsbedingungen als in einem durchforsteten oder gelichteten Bestand und bebrüten die belichteten Stubben in höherem Grade, als solche im Schatten des Kronenschirms. Der Schaden auf Kahlschlägen ist daher größer als auf Schirmschlagflächen.

Ein weiterer Faktor, der die Zunahme des Rüsselkäferschadens fördert, ist die nunmehr übliche Verjüngung durch Pflanzung, die mit weit empfindlicheren Verlusten durch Käferfraß verbunden ist. Die Saatzpflanzen werden zwar auch befallen, der Umfang des Schadens im Verhältnis zur gesamten Anzahl der Pflanzen je Flächeneinheit ist hier aber weit geringer.

Auch das Schlagbrennen, das heute als Vorverjüngungsmaßnahme auf Rohhumusböden vielerorts angewandt wird, trägt dazu bei, die Verluste durch Rüsselkäferfraß zu steigern. Man war früher der Ansicht, daß dieses Verfahren eher in entgegengesetztem Sinne wirken würde. Diese Ansicht stützte sich auf die Vermutung, daß die Larven in den flachstreichenden Wurzeln durch die hohe Temperatur beim Brennen vernichtet würden. Dies erwies sich jedoch als nicht zutreffend. Beim normalen Schlagbrennen wird nur die äußere Bodendecke abgesengt, und die Hitze dringt nur sehr wenig in die Tiefe des Bodens ein. Nur bei starkem Bodenbrand kann ein Teil der in den Wurzeln brütenden Larven abgetötet werden. Allzu starkes Abbrennen führt aber oft zu völliger Vernichtung der ganzen Humusschicht, was selbstverständlich vermieden werden muß. Vom Standpunkt des Forstschatzes ist das Schlagbrennen nicht fehlerfrei: der heikle Punkt in diesem Verfahren ist nämlich der Umstand, daß der Schlagabraum, der sonst dem Rüsselkäfer zur Nahrung dient, verbrannt wird, weshalb die hungrigen Käfer auf die kultivierten Pflanzen allein angewiesen werden.

Im Zusammenhang mit dem ständig zunehmenden Rüsselkäferschaden hat die Zoologische Abteilung des Schwedischen forstlichen Forschungsinstituts seit etlichen Jahren Versuche eingeleitet, mit dem Ziel, einerseits geeignete Bekämpfungsverfahren auszuarbeiten, andererseits gewisse Fragen der Biologie dieses Schädling, vor allem bezüglich der Generationsdauer, näher zu ergründen. Diese Versuche haben zu positiven Ergebnissen geführt, und zwar insofern als effektive Bekämpfungsmethoden ausexperimentiert werden konnten. Einige von diesen Methoden, vor allem die Schutzbehandlung der Pflanzen mit wetterbeständigen DDT-Präparaten sowie das Auslegen von mit verschiedenen Insektiziden behandelten Fangrinden und Fangknüppeln, werden heute in der forstlichen Praxis in weitem Umfang angewandt.

Die Untersuchungen über die Entwicklungs- bzw. Generationsdauer des Rüsselkäfers, die vor 2 Jahren in Gang gesetzt wurden, werden mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Bedeutung dieses Problems mit besonderer Sorgfalt und in einem Umfang betrieben, der die bisherigen Forschungsaufgaben auf dem Gebiete des Forstschatzes in Nordeuropa weitaus übertrifft. Um die stark variierenden klimatischen Verhältnisse des nordeuropäischen Waldgebiets, und zwar sowohl zonal als regional, soweit wie möglich berücksichtigen zu können, wurden die Versuche an 33 verschiedenen Orten in Dänemark, Norwegen, Schweden und Finnland gleichzeitig angelegt. Auf diese Weise hat man ein Gebiet umfassen können, das sich von der deutsch-dänischen Grenze bis zum Polarkreis und von der atlantischen Küste bis zur russisch-finnischen Grenze erstreckt. Die Versuche werden von den Forstentomologen der beteiligten Länder nach einem gemeinsam ausgearbeiteten, einheitlichen Plan revidiert und bearbeitet. Dieses internordische teamwork funktioniert ausgezeichnet, und die Zusammenarbeit wird durch jährlich stattfindende Zusammenkünfte und Exkursionen weiter gefördert und vertieft. Es ist die Absicht dieser neuen Arbeitsgemeinschaft, allmählich auch andere forstentomologische Probleme in den gemeinsamen Versuchsplan aufzunehmen.

Die fortdauernde Expansion der Kahlschlagwirtschaft in Schweden führt eine entsprechende Steigerung des Bedarfs an Pflanzenmaterial mit sich. Dieser Umstand bedingt seinerseits die Anlage von neuen und Erweiterung von alten Pflanzschulen. Hierdurch werden die Pflanzschulschädlinge, vor allem die Engerlinge, in hohem Grade begünstigt, zumal bei der Wahl der Plätze für Pflanzschulbetrieb in der Regel keine Rücksicht auf forstentomologische Gesichtspunkte genommen wird. Der Hauptschädling unter diesen Pflanzschulinsekten, die übrigens auch auf aufgeforsteten, früher landwirtschaftlich genutzten Flächen häufig vorkommen, ist in Schweden der Sonnenwendkäfer (*Amphimallus solstitialis* L.), gefolgt von den beiden Maikäferarten (*Melolontha melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) sowie der Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola* L.). Auch hier hat man im Laufe der letzten Jahre Bekämpfungsmethoden ausgearbeitet, die darauf hinauslaufen, die Pflanzenwurzeln vor dem Verschulen bzw. Aussetzen mit geeigneten Insektiziden vor Engerlingsfraß zu schützen, sowie den Boden zu entsauchen. In beiden Fällen werden Hexachlor-Präparate benutzt.

Ein weiteres, wichtiges Problem, das mit dem intensivierten Pflanzschulrieb betverknüpft ist, ist das Massenvorkommen der Fichtenspinnmilbe (*Paratetranychus uninguis* Jac.) an Fichtenpflanzen, ein Schädling, der bisher kaum beachtet wurde, neuerdings aber fast in allen Pflanzschulen Schwedens in Mengen vorkommt und von hier aus durch Versand der Pflanzen von den verseuchten Zentralpflanzschulen in den Wald verschleppt wird. Nach längeren Versuchen gelang es schließlich, geeignete Mittel zur Bekämpfung dieses in hohem Grade resistenten Schädlings zu finden, von welchen Systox, Metasystox und Solacrid am wirksamsten zu sein scheinen. Man hat nunmehr die berechtigte Hoffnung, durch Totalbehandlung der infizierten Pflanzschulen mit diesen Mitteln der weiteren Ausbreitung der Milbe Einhalt bieten zu können.

Die Voraussetzungen für eine günstige Entwicklung der Pflanzen auf Schlag- bzw. Aufforstungsflächen sind nur dann gegeben, wenn die Art und Beschaffenheit der Bodendecke, und zwar sowohl der Humusdecke als auch der Bodenvegetation, hierzu geeignet ist, d. h. das Wachstum der Verjüngung nicht hemmt. Diese Voraussetzungen sind in Schweden nicht überall vorhanden. Oft, namentlich in den Fichtenwäldern Nordschwedens, ist die Rohhumusdecke so mächtig, daß sie das Gedeihen der Pflanzen weitgehend erschwert oder gar unmöglich macht. Um für die Pflanzen bessere Wachstumsbedingungen zu schaffen, bedient man sich in solchen Gebieten des Schlagbrennens, eine Maßnahme, die bereits oben in einem anderen Zusammenhang erwähnt wurde. Das Schlagbrennen hat oft zur Folge, daß die randständigen Bäume oder etwaige Überhälter von Rauch und Feuer beschädigt werden und ihre ursprüngliche Resistenz gegen Insektenangriffe verlieren. Solche Bäume werden von verschiedenen Insektenarten, besonders vom Schusterbock (*Monochamus sutor* L.) und dem Borkenkäfer (*Ips acuminatus* Gyll.) befallen und getötet. Die Verluste durch diesen Befall sind sehr bedeutend, denn der Schusterbock macht durch seine Gänge das Holz praktisch wertlos, während der Borkenkäfer es durch die mitfolgende Bläue so verfärbt, daß es kaum als *secunda* Papierholz zu verwerten ist. Versuche, dieses Problem näher zu ergründen, sind im Gange. Sie sind jedoch einstweilen nicht soweit gediehen, daß man sich ein bestimmtes Urteil über die Möglichkeiten der Vorbeugung des Schadens gestatten kann.

Wenn durch Schlagbrennen die unerwünschte Bodenvegetation wenigstens temporär beseitigt wird, so ist dies nicht ohne weiteres möglich, falls es

sich um alte Schläge handelt, die mit krüppelartigem Birkengebüsch bewachsen sind, das so dicht ist, daß es einen Anbau von Nadelhölzern gänzlich ausschließt. Solche verwilderte Flächen und ganze Gebiete kommen oft im nördlichen Teil von Schweden vor. Sie lassen sich nicht abbrennen, und auch das Abholzen ist als Vorbeugungsmaßnahme aussichtslos, denn der rasch wachsende Stockausschlag macht die Fläche bald wieder unbebaubar. Die Sanierung solcher verwilderter Flächen wird heute in Schweden mit Hilfe von Phytohormonen, die die Birkenvegetation vernichten, durchgeführt. Forstentomologisch scheint diese Maßnahme nach den bisherigen Untersuchungen unbedenklich zu sein, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Hormonpräparate keine insektizide Wirkung besitzen. Durch Abtöten eines bedeutenden Teils der Bodenflora und der Buschvegetation, die hier und dort auch Nadelunterwuchs enthalten kann, bewirken sie eine durchgreifende Veränderung der Fauna. Ob und inwiefern diese Fauna auf das Wachstum der künftigen Verjüngung einwirkt, läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen. Eine direkte Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums seitens dieser neuen Fauna erscheint jedoch wenig wahrscheinlich.

Die Rationalisierung und Mechanisierung der schwedischen Forstwirtschaft, die immer weitere Fortschritte macht, hat gewisse Konsequenzen forstentomologischer Natur, die bisweilen von großer wirtschaftlicher Bedeutung sein können. Dies bezieht sich hauptsächlich auf das Gebiet der Holzbeförderung. Früher beherrschte die Trift das Holztransportwesen im mittleren und nördlichen Teil von Schweden. Zahlreiche von NW nach SO strömende und in den Bottnischen Meerbusen mündende Flüsse schafften hierzu die besten Bedingungen. Heute hat sich die Situation wesentlich verändert. Der in der letzten Zeit gewaltig gestiegene Bedarf an elektrischer Energie machte es notwendig, neue Wasserkraftwerke zu errichten, ein Umstand, der die Trift benachteiligte. Andererseits stiegen die Flössereikosten so erheblich, daß die Trift vielerorts, namentlich an kleineren Nebenflüssen, eingestellt werden mußte. Aus diesen Gründen wird das Nutzholz mehr und mehr mit Lastkraftwagen befördert. Diese Umgestaltung des Transportwesens hatte zur Folge, daß die Qualität des berindeten Nutzholzes durch den gestiegenen Insekten- und Bläuebefall wesentlich herabsank. Das Floßholz wird bekanntlich in weit geringerem Maße von Insekten beschädigt, als wenn es auf Autowegen im Frühjahr oder Vorsommer befördert wird. Das meist bedenkliche Moment beim Transport zu Lande ist jedoch der Zustand der Waldwege während des Frühjahrs, die gerade zu dieser Zeit wegen des Auftauens des gefrorenen Bodens einige Wochen unbefahrbar sind. Während dieser Zeit wird das Holz von verschiedenen rinden- und holzbrütenden Insekten und den mit ihnen assoziierten Bläuepilzen befallen. Zur Vermeidung des Schadens benutzt man heute regenbeständige Präparate, die auf der Basis von verschiedenen synthetischen Insektengiften, wie DDT, HCH, Dieldrin u. a. m., aufgebaut sind und zum Spritzen als wäßrige Suspensionen oder Öllösungen angewandt werden. Um das Spritzverfahren billiger und weniger zeitraubend zu gestalten, wurden Applikationsversuche mit Nebelgeräten ausgeführt. Hierbei erwies sich das englische Gerät TIFA als vielversprechend.

Ein schwerwiegender Nachteil dieses Holzkonservierungsverfahrens ist die kurze Zeit, die man zum Spritzen der Holzstapel im Frühjahr zur Verfügung hat. Die Kieferninsekten, wie z. B. der Waldgärtner, schwärmen nämlich sehr frühzeitig, bisweilen einige Tage nach der Schneeschmelze. Um die Spritzzeit zu verlängern, hat man neuerdings Versuche eingeleitet, die

darauf hinzielen, Mittel zu prüfen, die zur Vertilgung der Borkenkäfer auch nach dem Einbohren geeignet wären. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Versuche zeigen, daß mit gewissen Kombinationen von Kontakt- und Atemgiften befriedigende Resultate, namentlich an dünnrindigen Stämmen, zu erzielen sind.

Eine weitere forstliche Arbeitsmethode, die im Zeichen der Rationalisierung der Forstwirtschaft immer mehr in den Vordergrund tritt, gleichzeitig aber forsthygienisch zu bemängeln ist, ist das Massenschälen des Papierholzes, das zumeist an Waldwegen oder Triftstraßen vorgenommen wird. Die großen Haufen Schälrinde stellen nämlich, wie diesbezügliche Untersuchungen gezeigt haben, ausgezeichnete Brutstätten für die eilegenden Weibchen des großen braunen Rüsselkäfers dar und werden von diesen gerne heimgesucht. Obwohl die Rindenhaufen von den normalen Brutstätten des Rüsselkäfers wesentlich abweichen, vollzieht sich die Entwicklung von Ei bis Imago ungehindert. In welcher Art die Rindenhaufen zu entseuchen sind, läßt sich gegenwärtig nicht beantworten, da die Versuche hierüber erst im Anfangsstadium sind.

Die vorstehend skizzierte Übersicht über die forstentomologischen Probleme, die durch Rationalisierung der Forstwirtschaft in Schweden entstanden sind, gibt einen deutlichen Beleg dafür, daß Maßnahmen, die wirtschaftlich berechtigt sind, vom Standpunkt des Waldhygienikers in vielen Fällen beanstandet werden müssen, sowie, daß der Übergang von extensiver zu intensiver Forstwirtschaft eine Zunahme der Insektenschäden mit sich bringt. Es ist daher das Bestreben der Forstentomologen Schwedens, nicht nur die biologischen Folgen und Mißstände der Rationalisierungsmaßnahmen nach Möglichkeit zu beseitigen, sondern auch durch Aufklärung und Propaganda den Forstmann dazu zu bewegen, die Grundsätze und Forderungen des Forst- und Holzschutzes, soweit es wirtschaftlich möglich ist, zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Die allmählich fortschreitende Rationalisierung der schwedischen Forstwirtschaft schafft günstige Bedingungen für chronische Massenvermehrungen verschiedener Waldschädlinge. Durch den Übergang von Plenterbetrieb zur Kahl Schlagwirtschaft nahm der Schaden des Großen braunen Rüsselkäfers (*Hylobius abietis* L.) bedeutend zu. Auch das heute übliche Schlagbrennen sowie das Massenschälen des Papierholzes tragen dazu bei, den Schaden dieses Schmarotzers zu steigern. Weitere Schädlinge, wie *Melolontha melolontha* L., *M. hippocastani* F., *Amphimallus solstitialis* L., *Phyllopertha horticola* L. und *Paratetranychus ununguis* Jac., werden durch Intensivierung des Pflanzschulbetriebs und der Aufforstungsarbeit begünstigt. Auch durch die Umgestaltung des Transportwesens werden erhebliche Verluste durch Borkenkäfer und Bläuepilze verursacht. Bedeutender Schaden wird ferner auf Brandflächen (Schlagbrennen) durch *Ips acuminatus* Gyll. und *Monochamus sutor* angerichtet.

Ursprungsfragen im internationalen Pflanzenverkehr

Von Ernst Gram, Lyngby/Dänemark

In der internationalen Konvention über Pflanzenschutz, die im Jahre 1951 unter der Aegide von F.A.O. auf einer Konferenz in Rom gefaßt wurde, ist ein Modell-Zertifikat einbegriffen, das man überall da einzuarbeiten sucht, wo im internationalen Handelsverkehr mit Pflanzen und Pflanzenteilen Gesundheitszeugnisse für Pflanzen erforderlich sind. Die Beschreibung der Sendung, die das Zertifikat decken soll, umfaßt auch den „Ursprung (sofern dies im Importlande verlangt wird)“.

Es läßt sich kaum leugnen, daß Protektionismus sich in einzelnen Fällen in die staatlichen Bestimmungen über Pflanzenimport eingeschlichen hatte, wenn auch bei weitem nicht so häufig, wie von seiten des Handels behauptet wird. Die Offenheit, womit die Staaten heutzutage ihren Import und Export durch Handelsverträge regeln — und der Widerstand der Pflanzenschutzspezialisten gegen andere als biologisch begründete Restriktionen — wird vermutlich eventuelle Reste dieses Mißbrauchs beseitigen. Es bleiben sowieso genügend Fälle übrig, wo es notwendig sein wird, nach dem Ursprung der Sendungen zu fragen. Die Geschichte zeigt uns so viele durch Verschleppung von Parasiten und Schädlingen entstandene Verheerungen, daß bedeutende Kosten und Unannehmlichkeiten zu tragen sind, um neue Fälle einzuschränken. Dies schließt nicht aus, daß die staatlichen Bestimmungen vereinfacht und egalisiert werden können. E.P.P.O. hat — was Europa und die Mittelmeerlande anbelangt — das Thema zur Sprache gebracht und einen Bericht (1955) veröffentlicht, dem bald eine weitere Sammlung von Vorschlägen folgen wird.

Vegetatives Vermehrungsmaterial schließt besondere Gefahren für die Verschleppung von allen möglichen Parasiten und Schädlingen in sich, und zwar sowohl in den Pflanzen als in der begleitenden Erde. Saatkartoffeln sind eines der besten Beispiele, und für diese Ware ist es daher auch Brauch geworden, daß sich das Exportland durch eingehende Inspektion am Anbauort in der Wachstumsperiode und auch unmittelbar vor dem Export sichert, daß die Sendung weitgehend frei von parasitären Krankheiten und transportablen Schädlingen ist. Jedes einzelne Kollo führt die Nummer des individuellen Erzeugers, auch wenn die Partie eine Sortierzentrale passiert.

Waren, wie Blumenzwiebeln und Blumenknollen, vielartiges Obst und viele Samensorten, werden überwiegend von den einzelnen Erzeugern in Sortierzentralen gesammelt, wo sichtlich angegriffene Knollen usw. absondert oder eventuell ganze Erzeugerpartien als Exportware zurückgewiesen werden, und wo man gleichzeitig die Erzeugerpartien nach Größe und Güte sortiert und danach in einheitliche Handelspartien zusammenut. Dieser Vorgang ist handelsmäßig vorteilhaft, aber außerdem kann die sanitäre Inspektion bei der Sortierung gründlicher vorgenommen werden als unmittelbar bei der Ausfuhr. In gewissen Fällen (z. B. Blumenzwiebeln) ist eine Sicherung, daß keine wesentlichen Krankheiten vorhanden sind, doch nur gegeben, wenn auch die Anbaustellen, die nach der Sortierzentrale liefern, in der Wachstumsperiode Inspektionen unterworfen gewesen sind. Als Ursprung wird in der Regel nicht der individuelle Erzeuger angegeben, sondern vielmehr die Sortierzentralen. Diese sind vorzuziehen, da sie in mehreren Beziehungen einen besseren Schutz gegen Verschleppung bieten als den in älteren Bekanntmachungen geforderten Export direkt vom Anbauort (Koloradokäfer, Obstfliegen). Eine weitere Inspektion unmittelbar vor dem Export dient als Revision und trägt dazu bei, Verwechslungen zu verhindern.

Mit Bezug auf die Speisekartoffeln sind die Forderungen der Importländer äußerst verschieden, und selbst bei Kartoffeln für industrielle Zwecke, die lose in Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen verladen werden, kann es notwendig sein, daß die Inspektion des Exportlandes die Anbauorte oder -gegenden kennt, um zu sichern, daß verbotene Schädlinge nicht mit der begleitenden Erde verschleppt werden. Falls Ursprung angegeben werden soll, gilt dies nur Bezirken oder anderen größeren Einheiten.

Besondere Probleme ergibt der Handel mit Baumschulerzeugnissen einschließlich Vermehrungsmaterial wie Stecklinge, Pfropfreise, Ableger usw.

Junge Bäume und Stauden können nur durch ein ziemlich brutales und nicht ungefährliches Reinspritzen ganz von Erde befreit werden, die Sporangien von Kartoffelkrebs, Zysten von Kartoffelnematoden usw. enthalten könnte. An den oberirdischen Teilen könnten sich San José-Schildläuse, Milben, Nematoden usw. befinden — und in den Pflanzen könnten verschiedene Typen von Virus vorkommen. Die Baumschulen haben von alters her Pflanzen zur Ergänzung einer Order ausgewechselt, ohne dies auf den Fakturen oder anderen Dokumenten zu verzeichnen; auch hier könnte es wünschenswert sein, schöne Handelspartien zu beschaffen, indem man sie gesammelt von mehreren Baumschulen bezieht. Damit eine solche Praxis von dem Importland anerkannt werden kann, mußte man die Mindestforderung aufstellen, daß alle Baumschulen zu den kritischen Zeitpunkten in der Wachstumsperiode inspiziert und alle für untauglich erklärten Bäume destruiert werden sowie daß Kartoffelanbau in Baumschulen verboten ist. Schlemmanalysen von Bodenproben können ferner gegen Verschleppung von Kartoffelkrebs oder Kartoffelnematoden sichern. Eine Inspektion unmittelbar vor dem Export wird auf sichtbare Fehler und auf Verwehlungen von Pflanzenpartien durch Fahrlässigkeit oder auf andere Weise abgezielt sein.

Ein Land, das selbst Ordnung in seiner Produktion von Baumschulpflanzen von hoher Qualität und Gesundheit hat, muß zu dem Verlangen berechtigt sein, daß importierte Pflanzen nicht geringer sind. Eine Forderung dahingehend, daß bei den einzelnen Obstbäumen, Pflanzenbündeln usw. der Anbauort selbst als Ursprung nachgewiesen werden muß, kann erhoben werden, damit man die Sache bis zur Quelle verfolgen kann, falls das Material an der neuen Wachsstelle sich als infiziert erwiesen hat — im schlimmsten Falle mit einer „neuen“ Krankheit, an deren Eindämmung oder Ausrottung das Exportland und das Importland gleich interessiert sein werden. Der Pflanzenhändler wird indessen aus konkurrenzmäßigen Gründen nicht immer Wert darauf legen, daß auf diese Weise veröffentlicht wird, wer sein Lieferant ist. Beiden Wünschen kann dadurch Rechnung getragen werden, daß die Pflanzenschutzinspektion jedes Jahr der einzelnen Baumschule eine Nummer zuteilt, die auf Markenzetteln oder Zertifikaten anzugeben ist. Wenn man jedes Jahr eine gemeinsame erste Ziffer (1., 2. usw.) wählt, wird dies dazu beitragen, daß Verwehlungen oder Mißbräuchen von Etiketten, die in verkehrte Hände gelangt sind, vorgebeugt wird.

Der Handel mit Samen, der ja in hohem Maße international ist, hat seine eigenen Probleme. Die großen Partien von Feldsamen werden oft gemischt (egalisiert) sein von Samen seitens verschiedener Erzeuger. Die Samenhandlung wird eine gewisse Kontrolle am Anbauort ausüben, insbesondere mit Bezug auf die Sortenechtheit, und nach der Ernte in jedem Falle auch auf Keimfähigkeit, bei welcher gewisse Infektionen erkennbar werden und dazu führen können, daß die betreffende Erzeugerpartie für untauglich erklärt oder der Desinfektion überwiesen wird. Außer den Samen, die man tonnenweise exportiert, werden z. B. von Blumensamen oft Portionen von 1 g oder weniger vorkommen, und eine Sendung von Kraut- oder Blumensamen wird des öfteren zahlreiche Sorten Samen umfassen, die noch dazu in verschiedenen Ländern geerntet sein können.

Die gewöhnliche Forderung in bezug auf Samen von hoher Qualität bezieht sich gerade auf die Erzeugung von verschiedenen Samensorten in gewissen Ländern, die sich erfahrungsgemäß besonders geeignet erwiesen haben. Demgegenüber müssen die Pflanzenschutzinspektionen verlangen, daß andere

Länder zwar vielleicht Samen von geringerer Handelsqualität liefern, aber dann frei von irgendeiner, mit dem Samen verschleppter Krankheit befunden sind. Ein Land, das frei von Blindsamen in Raigras (*Ciboria temulenta*) ist, wünscht natürlich nicht, daß die Krankheit nach dort verschleppt wird. Es wird vielleicht eher die Tatsache als Verkaufsargument anführen können, daß die fragliche Krankheit dort nicht vorkommt.

Wo man altertümlichen Bestimmungen eines Importlandes gegenübersteht, die besagen, daß der Samen „frei von allen Krankheiten und Schädlingen“ sein soll, steht die gewissenhafte Inspektion im Exportlande oft vor einer sozusagen unlösbaren Aufgabe und die exportierende Firma vor vielen Verzögerungen, ein Umstand, gegen den der Samenhandel besonders empfindlich ist. Es zeigt sich jedoch eine deutliche Tendenz, von solchen ungenauen und unbilligen Bestimmungen wegzugehen und sich mehr um gewisse, genau angegebene, von Samen verschleppte Angriffe zu konzentrieren, eventuell in der Form von Einfuhrverbot aus gewissen Ländern oder in der Form von Forderungen, daß der Samen frei von bestimmten Krankheiten ist. Die Sache kann sowieso schwierig genug sein. Die Gefährlichkeit eines Pathogens kann sehr schwanken, und zwar je nach den Zuchtverhältnissen an dem Ort, wo der Samen ausgesät wird (*Ascochyta pisi*, *Phoma betae*). Ein Pathogen, das banal und ungefährlich am Anbauort ist, kann sich unter anderen Himmelsstrichen in einer neuen Kombination von gezüchteten Pflanzen bedrohlich entwickeln. E.P.P.O. hat in einem Bericht (1954) Rechenschaft abgelegt und auf offene Fragen betreffend von Samen verschleppte Krankheiten hingewiesen.

Daß gesunderer Samen produziert wird, muß von gemeinsamem Interesse für den Samenhandel und für den Inspektionsdienst im Exportland und im Importland sein; der letztere muß seine Forderungen so genau wie möglich angeben. Staatliche Inspektion auf dem Felde während des Wachstums kann in bezug auf einzelne Krankheiten, die nicht bei der Untersuchung der Handelsware festgestellt werden können, eine unvermeidliche Forderung werden. Man schrickt dabei vor den Kosten zurück, besonders in Fällen, wo der Samen auf kleinen Arealen, die sich über viele Betriebe erstrecken, geerntet wird. Die Inspektion wird jedoch oft Gelegenheit zu wertvollen Beratungen geben, und kann später Verzögerungen vermeiden. Das letzte gilt auch, wenn der Inspektionsdienst zu einem frühen Zeitpunkt auf den Samenlagern Proben für Laboratorienuntersuchung ziehen kann. Gewisse Kautelen, daß die Samenpartien, die gesund befunden werden, mit denen identisch sind, die später in der Saison zum Export präsentiert werden, lassen sich durchführen.

Wie bereits angedeutet wechseln die Forderungen in bezug auf Angabe des Ursprungsortes, und zwar durch Namhaftmachung von dem Betrieb selbst, wo die Pflanzen erzeugt sind, bis zur Angabe von Distrikt, Provinz oder Territorium, Staat oder Weltteil. Fälle wie Kartoffelkrebs oder Kartoffelnematoden machen es klar, daß ein Inspektionsdienst mit größerer Sicherheit einen Betrieb frei erklären kann als einen ganzen Bezirk oder ein Land, wo die Abgabe einer Erklärung in diesem Sinne davon abhängen würde, wie gründlich das Gebiet untersucht worden ist. Eine Erklärung, daß der Anbauort sich 5, 10 oder 20 km von angegriffenen Lokalitäten befindet, ist im großen und ganzen veraltet — und beschwerlicher für wohluntersuchte Staaten als für diejenigen, die weniger intensiv untersucht sind. Für eine Beibehaltung der Kilometergrenzen spricht eigentlich nur der Umstand, daß sich um eine angegriffene Lokalität herum eine noch nicht entdeckte, z. B. durch Sandflug entstandene Verzweigung der Krankheit befinden kann.

Es ist immer eine Schwächung der behördlichen Stellung, wenn ein Pathogen sich in einer Sendung befindet, die laut Zertifikat garantiert „substantially“ frei davon erklärt ist, oder noch schlimmer: von einem Gebiet kommt, wo das Pathogen nicht vorkommen sollte. Wir dürfen jedoch nicht von der seltenen Möglichkeit absehen, daß ein Koloradokäfer im Exporthafen Schutz in einer Lattenkiste suchen kann. Andererseits gilt aber noch immer, daß Kaulquappen in der Milch ein starkes Indizium sind.

Es ist nicht abgeklärt, welche Verantwortung der Inspektionsdienst der Exportländer für den Ursprung der Ware auf sich nimmt; einige geben den Ursprung „laut Erklärung des Absenders“ an. In jedem Fall werden die meisten Exportländer um ihrer selbst willen die Möglichkeit von fehlerhaften Erklärungen im Auge haben und ernsthaft eingreifen, wenn man versucht, die Behörden hinters Licht zu führen. Es muß jedoch zugegeben werden, daß selbst bei loyalen Auskünften das Leben dem Inspektionsdienst schwierige Aufgaben stellt. Rosenwildlinge werden bei einem Spezialisten gekauft, Pfropfreis bei mehreren anderen, und die Pfropfung wird in einer dritten Baumschule ausgeführt! Blumenzwiebeln, die in einem nördlichen Land erzeugt sind, werden nach dem Süden gesandt, um dort 1–2 Jahre gezüchtet zu werden. Danach werden sie vom Mutterlande oder Adoptivland, eventuell zusammen mit Zwiebeln und Knollen, die eine ganz andere Vorzeit haben, verkauft. Die Bekanntmachungen des Staates können nicht, selbst wenn man darin in sprachlicher Hinsicht den Amtsschimmel laut wiehern hört, den Boden erreichen. Es ist geradezu notwendig, daß die Staaten Meinungen austauschen, bevor sie Pflanzen austauschen.

Dasselbe gilt den zahlreichen Varianten zwischen direktem Transit, Re-Export nach längerer Lagerung und eventuell Behandlung sowie Re-Export zusammen mit Waren von lokalem Ursprung — ein Gebiet, wo E.P.P.O. im Begriff ist, klarere Linien aufzuziehen.

Für Gruppen von Nachbarstaaten können Import- und Exportbestimmungen mit Vorteil vereinfacht werden. Es hat keinen Sinn, daß Nachbarländer mit wesentlich denselben Angriffen Baumschulpflanzen in dem gegenseitigen Handel einer allzu minutiösen Reinigung von Erdbröckelchen aussetzen. Die Fälle, wo die Inspektoren des Importlandes eingeladen werden, im Exportland anwesend zu sein und dort selbst der Inspektion beiwohnen oder an derselben teilnehmen, müssen als ein erfreulicher Fortschritt notiert werden, ebenso wie sie für den Importeur zeitersparend sein müssen.

Was für die einzelnen Arten von Pflanzen und Pflanzenteilen unter „substantially“ frei von Angriffen zu verstehen ist, wird vor allen Dingen von den Forderungen des Importlandes abhängen. Hierbei kann der Willkür dadurch vorgebeugt werden, daß exakte Listen darüber ausfertigt werden, welche Angriffe für gefährlich gehalten werden, und welche Pflanzen verboten sind. Aber darüber hinaus stellen die Exportländer oft größere Ansprüche an die Ware unter Bedachtnahme auf ihr eigenes Renommé und in seltenen Fällen wegen „innerer Quarantänen“, z. B. gegenüber der San José-Schildlaus. Es sind sehr erfreuliche Fortschritte in der Bereitwilligkeit der Staaten zu verzeichnen, regelmäßige Auskünfte über das Vorkommen von wirtschaftlich wichtigen oder potentiell drohenden Angriffen zu geben. Der bedauerlichen Verschweigungstaktik, auf die man früher stoßen konnte, wird wie den anderen eben genannten Schwierigkeiten am besten dadurch abgeholfen, daß eine eingehende Zusammenarbeit im Inspektionsdienst stattfindet.

Es wird zuweilen behauptet, daß der ganze große Inspektions-Apparat nutzlos sein soll, da Pathogene und Schädlinge doch den Weg über die Grenzen, ja selbst über die Weltmeere finden werden. Merkwürdigerweise benutzt man dies sowohl als Argument dafür, alle Restriktionen abzuschaffen als auch, jegliche Einfuhr von Pflanzen zu verbieten! Was das letztere bedeuten würde, sowohl für den praktischen Pflanzenbau als für die Züchtung und wissenschaftliche Forschung, ist einleuchtend: Stagnation. Selbst wo Pflanzenjäger neue Pflanzen in fernen Gebieten suchen, wo keine Inspektion zu finden ist und kein Zertifikat beschafft werden kann, wird man immer den Ausweg haben, die Pflanzen genügend lange in Quarantäne zu züchten. Und selbst wenn ein gefürchtetes Pathogen endlich in das Gebiet eines Staates eindringen sollte, wird die Reihe von Jahren, wo die Inspektionsarbeit es ferngehalten hat, wertvoll sein: Änderung der Anbaumethoden kann die Quellen der Rostangriffe stoppen, so daß selbst dem Trieb mit dem Wind entgegengewirkt wird. Resistente Sorten können von den Züchtern hervorgebracht werden, große jährliche Kosten für direkte Bekämpfung können gespart werden, und neue Chemikalien können auf den Markt kommen. Unsere Bestrebungen müssen deshalb dahin gehen, den Inspektionsapparat weiter zu entwickeln und, wo es möglich ist, weniger verwickelt zu gestalten.

Summary

Numerous well-known cases of plant diseases and pests being introduced into uninfested territory with grave consequences fully justify the interest in attempts at prevention. Even a retardation for some years may give plant breeders, pesticide specialists, and agricultural planners a most valuable respite.

A well established practise divides plant and plant parts into several groups, according to requirements of field inspection, of out-port inspection, and of indication of origin — the latter being graded as from the premise of production, grading station, district, country, or even continent. A tendency to replace vague claims of e.g. 20 kilometers distance from infested localities — i.e. known localities — with requirements of an exact survey of a limited area seems rational and biologically sound.

If pooling of plants is desirable in order to produce uniform lots, this does not necessarily mean that plants or plant parts cannot be traced back to the individual nursery.

In the seed trade consignments presented for out-port inspection frequently consist of a high number of minute lots of different origin. Disease-free districts and optimal conditions for seed production do not always coincide. Import regulations and the rigidity of in-port inspection vary considerably — all factors which make simplification and codification highly desirable. In some cases field inspection and laboratory examination shortly after harvest may expedite a later out-port inspection.

No codex of use and custom seems fixed, as yet, concerning the responsibility of Services for indications of origin but, nevertheless, most Services will be strictly on guard against any shipper who shows a tendency to "simplify" matters. Simplifying and correlating regulations is, however, the task of Services, Governments, and their international organisations. Many cases, in themselves, are not at all simple for which reason countries — before exchanging plants — should initiate an exchange of views.

Theoretische Betrachtungen zur Epidemiologie anemochorischer Pflanzenkrankheiten¹⁾

Von K. O. Müller, C. S. J. R. O., Division of Plant Industry, Canberra (Austr.)

Mit 1 Abbildung

Bei der kausal-analytischen Deutung komplexbedingter biologischer Prozesse erweist sich häufig die logische Verknüpfung der beteiligten Determinanten mit Hilfe einer mathematischen Formel als ein wertvolles Hilfsmittel. Der heuristische Wert einer solchen Gedankenoperation ist selbstverständlich um so größer, je besser die auf Grund der Formel zu erwartenden „Situationen“ mit den in der Natur realisierten Verhältnissen übereinstimmen.

Einer solchen theoretischen Behandlung dürfte auch die Dynamik des Massenwechsels von Krankheitserregern zugänglich sein, deren Übertragung von Pflanze zu Pflanze durch die Luft erfolgt. Äußere Faktoren (z. B. Temperatur oder Luftfeuchtigkeit) wie konstitutionell bedingte Faktoren des Wirtes und des Parasiten bestimmen den Rhythmus, mit welchem dieser Prozeß zum Ablauf gelangt. An Hand einer mathematischen Funktion soll im Folgenden der Versuch gemacht werden, die Komplexion dieses Prozesses in ein helleres Licht zu rücken.

Um das Problem nicht unnötig zu komplizieren, beschränken wir uns vorerst auf den Massenwechsel eines Parasiten in geschlossenen Pflanzenbeständen. Eine solche Reduzierung des Problems ist um so eher gerechtfertigt, als schon bei relativ geringen Entfernungen zwischen „Donator“- und „Rezeptor“-Bestand die von außen herangewehten Sporen Mengen bei der Massenvermehrung des Parasiten kaum noch ins Gewicht fallen (1, 2).

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei vorausgeschickt, daß von der zu erörternden Formel nicht erwartet werden kann, daß sie mit „photographischer Treue“ die in der Natur realisierten Verhältnisse widerspiegelt. Mit den Methoden der elementaren Mathematik entwickelt, muß sie notwendigerweise den natürlich gegebenen Verhältnissen Zwang antun. Sie wird daher auf die Kritik des in der höheren Mathematik geschulten Biologen stoßen. In Rücksicht auf ihren heuristischen Charakter dürfte jedoch ein solcher Einwand nicht zu schwer wiegen. Zudem glaubt Verfasser, daß sie mit Hilfe der höheren Mathematik in eine Form umzugießen sein dürfte, die, weil elastischer, besser an die in der Natur gegebenen Verhältnisse angepaßt ist.

Die Prämissen, die unserer Formel zugrunde liegen, bedürfen keiner besonderen Begründung. Sie sind:

- a) Anemochorische Pflanzenkrankheiten sind in der Regel durch einen ausgesprochen zyklischen Verlauf gekennzeichnet. Gleichgültig, ob dieser durch Winterkälte, Trockenperioden oder temporäre Abwesenheit geeigneter Wirtspflanzen bedingt ist, stets steht der Parasit zu Beginn einer neuen Vegetationsperiode des Wirtes „vor einem neuen Anfang“. Wie ohne weiteres einzusehen, wird der saisonmäßig bedingte „Kulminations-

¹⁾ Die nachstehenden Zeilen sind die erweiterte Fassung von Ausführungen, mit denen Verfasser einen Vortrag „Recent Advances in Control of Air-borne Diseases“, gehalten auf der „Plant Diseases Conference“, Hawkesbury, N.S.W. (Australien) 1955, einleitete. Siehe hierzu auch die Kongress-Verhandlungen, die als Handmanuskript (mimeograph.) durch Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Melbourne veröffentlicht worden sind.

punkt“ um so früher erreicht, je größer zu Beginn der neuen Periode die Zahl der vorhandenen Infektionsstellen ist. Dieser Parameter unserer Formel sei mit „ A “ symbolisiert.

- b) Die Zahl der zustandekommenden Infektionen ist um so größer, je größer (1) Menge und (2) Keimfähigkeit der je Infektionsstelle zur Ausschüttung gelangenden Sporen sind. Diese beiden Größen sind komplementär, d. h. niedrige Keimfähigkeit kann durch hohe Sporenausschüttung — und umgekehrt — kompensiert werden. Mit „ c “ sei die Menge der je Infektionsstelle ausgeschütteten keimfähigen Sporen gekennzeichnet.
- c) Das Zustandekommen von neuen Infektionen hängt davon ab, daß die Sporen (1) mit der Oberfläche eines geeigneten Wirtes in Kontakt gelangen und (2) dort Bedingungen vorfinden, unter denen Keimung und Infektion möglich ist. Mit dem Symbol „ P “ sei die Wahrscheinlichkeit ausgedrückt, daß der Keimschlauch einer individuellen Spore den „physiologischen Anschluß“ an den Wirt findet. $P = 1$ würde bedeuten: jede keimfähige Spore ruft eine Infektion (hier gleichbedeutend mit Eindringen in den Wirt) hervor; $P = 0$: Infektion bleibt aus.
- d) Ferner wird die Schnelligkeit, mit der die Populationsdichte des Parasiten zunimmt, von der Inkubationszeit (umfaßt hier die Zeitspanne zwischen Kontamination der Oberfläche des Wirtes und Erscheinen der Fruktifikationsorgane des Parasiten) bestimmt. Diese sei mit „ t “ bezeichnet.
- e) Gleichbleibend günstige Bedingungen für den Parasiten vorausgesetzt, nimmt die Zahl der mit jeder Infektionswelle neu zustandekommenden Infektionen mit der Zeit (T) stetig zu. Diese Zahl sei mit „ D “ symbolisiert.

Setzen wir voraus, daß sich die Ausschüttung der Sporen über eine Zeitspanne nicht größer als t hinwegzieht, so kann der nach einer bestimmten Zeit T erreichte D -Wert durch die Formel

$$D = A(c \cdot P)^{T/t}$$

definiert werden. Ohne Schwierigkeit ist zu erkennen, daß sich bei Variierung der Parameter unserer Formel D -Werte ergeben, die dem entsprechen, was wir logischerweise erwarten müssen. Zum Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{wenn } T &= 0, & \text{dann } D &= A \text{ oder} \\ \text{wenn } P &= 0, & \text{dann } D &= 0 \text{ oder} \\ \text{wenn } t &= \infty, & \text{dann } D &= A \text{ usw.} \end{aligned}$$

Wie schon eingangs betont, kann unsere Formel nicht die nach einer bestimmten Zeit T in einem Pflanzenbestand realisierte Situation „naturgetreu“ widerspiegeln. Der jeweilige D -Wert ist ja nur ein Ausdruck für die Zahl der während der letzten Infektionswelle neu hinzugekommenen Infektionen; die vorausgegangenen Infektionen sind in ihm nicht enthalten. Schon bei $c \cdot P = 10$ beträgt jedoch die Differenz nicht mehr als etwa 11%. Ferner ist in Betracht zu ziehen, daß sich die Vermehrung des Parasiten unter ständig wechselnden Außenbedingungen vollzieht. Hierbei kann die Ungunst der Witterung so weit gehen, daß zeitweise $c = 0$ oder $P = 0$ wird. Unter solchen Bedingungen bleibt natürlich jeder weitere Anstieg der Populationsdichte aus. Im Extrem kann es sogar zur völligen Vernichtung des Parasiten kommen.

Schließlich müssen wir noch in Betracht ziehen, daß der relative Einfluß von c und P mit steigenden D -Werten abnimmt. Denn mit zunehmender Populationsdichte des Parasiten wird die Wahrscheinlichkeit, daß Sporen auf die Oberfläche noch nicht infizierter Organe verschlagen werden, immer geringer.

Ungeachtet dieser Unzulänglichkeiten hilft die vorgeschlagene mathematische Formulierung das Problem des Massenwechsels anemochorischer Pflanzenparasiten besser zu verstehen: 1. Das funktionelle Gewicht von A geht mit zunehmendem T schnell zurück, und zwar um so schneller, je größer das Produkt $c \cdot P$ und je kleiner t ist. 2. Dagegen nimmt mit steigendem T das funktionelle Gewicht der Parameter c und P zu, und zwar in geometrischer Progression, deren Ausmaß von t mitbestimmt wird. 3. Den größten Einfluß übt auf den Anstieg der Populationsdichte der Parameter t aus; in exponentieller Beziehung zu D , ist er umgekehrt proportional dem Logarithmus von D .

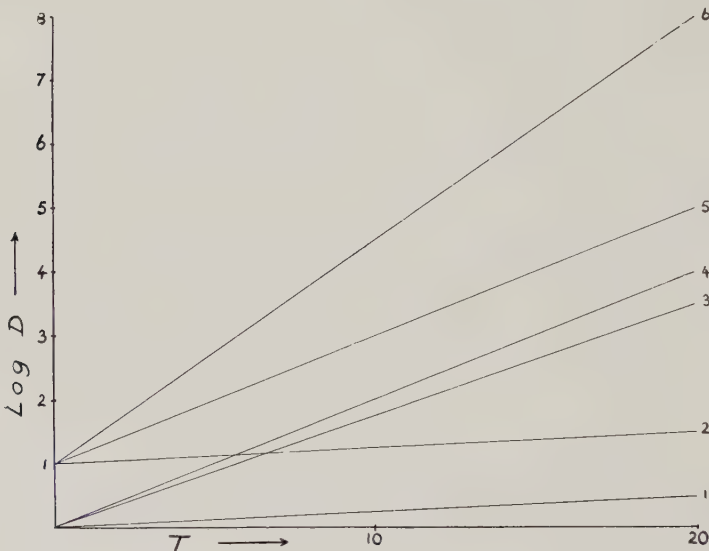


Abb. 1. Anstieg der D -Werte bei verschiedenen Parameter-Kombinationen während der Vegetationszeit

Kombi- nation	Parameter			
	A	c	P	t
1	1	5	0,25	4
2	10	5	0,25	4
3	1	10	0,50	4
4	1	10	0,25	2
5	10	5	0,50	2
6	10	10	0,50	2

In dem beigegebenen Diagramm (Abb. 1) sei versucht, den relativen Einfluß der verschiedenen Parameter bildlich zu veranschaulichen. Die Wert-

paare, die für jeden Parameter eingesetzt worden sind, unterscheiden sich im Verhältnis 1:2; nur für A haben wir ein solches von 1:10 angenommen. Abgesehen von t , sind das Differenzen, die in Hinblick auf die in der Natur realisierten Verhältnisse relativ niedrig gegriffen sind. Darüber hinaus sind die resultierenden $c \cdot P =$ Produkte relativ klein gehalten. Ein flüchtiger Blick auf das Diagramm lehrt, daß schon geringe Änderungen bei den Parametern c , P und t einen relativ großen Einfluß auf die Zunahme der Populationsdichte des Parasiten ausüben. Noch deutlicher wird dies, wenn wir, wie in Tabelle 1 geschehen, die D -Werte der verschiedenen Kombinationen zu dem Wert in Beziehung setzen, den wir für die für den Parasiten „ungünstigste“ Kombination ($A = 1$, $c = 5$, $P = 0$, 25 und $t = 4$) errechnet haben. Wir sehen, daß nach Zeit $T = 16$, die Relation zwischen den D -Werten der „ungünstigsten“ und der „günstigsten“ Kombination bereits die Millionen-Grenze überschritten hat.

Tabelle 1. Relative D -Werte der Parameter-Kombinationen 2–6, bezogen auf Kombination 1 (s. Legende zu Abb. 1)

Kombi- nation	Nach $T =$				
	4	8	12	16	20
2	10	10	10	10	10
3	4	16	64	256	1024
4	5	25	125	625	3125
5	50	250	1250	6250	$3,12 \times 10^4$
6	200	4000	8×10^4	$1,6 \times 10^6$	$3,20 \times 10^7$

Mit Tabelle 2 möge summarisch veranschaulicht werden, in welchem Grade Außenbedingungen, z. B. Temperatur und Luftfeuchtigkeit, und konstitutionelle Faktoren des Wirtes oder des Parasiten das Ausmaß der einzelnen Parameter beeinflussen können. Deutlich zeigt die Übersicht, daß jeder Parameter dem Einfluß von mehr als einem Faktor unterworfen ist, und daß jeder Faktor seinen Einfluß auf mehr als einen Parameter ausübt. Hiermit offenbart sich die ganze Komplexion des Faktorensystems, das den Verlauf der Massenvermehrung des Parasiten beherrscht. Andererseits rückt unser Schema, in Verbindung mit der oben entwickelten Formel, die Bedeutung, die dem einzelnen Faktor im Rahmen des die Massenvermehrung des Parasiten bestimmenden Faktorensystems zukommt, in ein helleres Licht. Vor allem zeigt es, daß auch das funktionelle Gewicht der von den verschiedenen Faktoren beeinflussten Parameter in Rechnung zu setzen ist, sei es, um retrospektiv eine gegebene „Situation“ kausal zu erklären oder im Laboratorium gewonnene Ergebnisse auf die natürlichen Verhältnisse anzuwenden. An Hand einiger Beispiele möge dies demonstriert werden:

Als hygienische Maßnahme wird häufig Entseuchung der zu sanierenden Bestände empfohlen. Im Lichte der vorstehenden Ausführungen gesehen, wird hiermit eine möglichst weitgehende Reduzierung des Parameters A unserer Formel angestrebt. Es leuchtet nach dem Gesagten ein, daß die er-

forderliche Vernichtungsrate um so höher angesetzt werden muß, je größer c und P und je kleiner t ist. Oder anders ausgedrückt: Der sanitäre Erfolg einer Entseuchungsaktion wird nicht allein von der Zahl der vernichteten Keime, sondern auch von anderen Faktoren, die auf die übrigen Parameter einen Einfluß ausüben, bestimmt. Aus der Tatsache, daß von allen Parametern unserer Formel A den geringsten Einfluß auf D ausübt, erklärt sich zwanglos, warum je nach Wirt, Parasit und Vegetationsbedingungen das praktische Ergebnis von Entseuchungsaktionen so verschieden ausfallen kann.

Das gleiche Prinzip spielt auch bei der Bekämpfung von anemochorischen Krankheiten durch präventive Spritzungen eine Rolle. Legen wir wieder unsere Formel zugrunde, so geht es hierbei um eine möglichst weitgehende Reduzierung des Parameters P . Doch wird, wie ohne weiteres einzusehen, das praktische Ergebnis, nicht allein durch P , sondern auch durch c und A bestimmt. Je größer c und A , desto kleiner muß P gehalten werden. Darüber hinaus lehrt unsere Formel, daß zwischen Reduktion von P und Schutzwirkung der Spritzmittel keine direkte Proportionalität bestehen kann. Eindrucksvoll wurde dieses Moment dem Verfasser in Chile demonstriert (3). Die in Europa zur Bekämpfung der Kartoffelkrautfäule so geeignete Kupfer-Kalkbrühe enttäuschte in allen Gebieten, wo dank der milden Winter das ganze Jahr über Kartoffeln angebaut werden können. Unter diesen Umständen lag der Parameter A außerordentlich hoch. Außerdem war es nicht möglich, den Parameter P unter den erforderlichen Grenzwert herabzudrücken; denn bei den jugendlichen Pflanzen — mit der Behandlung der Bestände wurde schon kurz nach dem Auflaufen der Knollen begonnen — wuchs ständig neues Laub hinzu. Notwendigerweise entbehrte dieses bis zur jeweilig nächsten Behandlung des schützenden Spritzbelages. Der „Erfolg“ war in vielen Fällen, daß die Stauden von der Krautfäule vernichtet wurden, bevor marktfähige Knollen herangewachsen waren.

Schließlich sei angedeutet, daß die mit unserer Formel zum Ausdruck gebrachten Prinzipien auch auf andere Probleme der Epidemiologie anemochorischer Pflanzenkrankheiten angewendet werden können; so z. B. auf das Phänomen der „Feldresistenz“. Hierunter wird gemeinhin verstanden, daß ein Wirt, der nach dem Test im Gewächshaus als anfällig zu registrieren ist, unter natürlichen Anbaubedingungen nur einen relativ geringen Befallsgrad zeigt. Als Modellbeispiel möge in diesem Zusammenhange die „Feldresistenz“ der Kartoffel gegenüber der Krautfäule dienen. Wie schon von Vowinkel (1926) festgestellt und von späteren Autoren bestätigt, zeichnen sich viele „feldresistente“ Sorten durch relativ hohe t -Werte aus; andererseits liegen bei ihnen die P -Werte im Durchschnitt niedriger als bei dem Gros der heute angebauten Kartoffelsorten (4). Da schon relativ geringe P - oder t -Differenzen, bedingt durch die genetische Veranlagung des Wirtes, einen wesentlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit ausüben, mit der die Populationsdichte des Parasiten innerhalb eines Bestandes zunimmt, dürften Unterschiede dieser Art die Hauptursache für das verschiedene „Feldverhalten“ an sich anfälliger Kartoffelsorten gegenüber der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) sein. Was die „Aggressivität“ des Parasiten anbelangt, können wir analoge Verhältnisse annehmen. Auch auf Seiten des Parasiten ist ja genetische Differenzierung, die phänotypisch in verschiedenen c -, P - und t -Werten zum Ausdruck gelangt, die Regel. Deshalb ist zu erwarten, daß bereits geringe intraspezifische Variationen, z. B.

Tabelle 2. Einfluß von konstitutionellen Faktoren (Wirt bzw. Parasit) und Umweltbedingungen auf die Parameter A , c , P und t

Parameter	Konstitution von		Umweltfaktoren (ausschl. Insekten)			Bekämpfungsmaßnahmen
	Wirt	Parasit	Temperatur	Luftfeuchtigkeit ¹⁾	Ernährung des Wirtes ²⁾	
A	—	—	+	+	?	+ + ³⁾
c	++	++	+	++	±	? +
P	+	?	±	++	+	+ + ⁴⁾
t	+	++	++	?	?	—

—: fehlend,

±: vorhanden,

+: mittel,

++: stark,

?: fraglich.

¹⁾ Einschließlich Niederschläge,²⁾ Einschließlich Licht,³⁾ Entseuchungsmaßnahmen,⁴⁾ Anwendung von Spritzmitteln.

bedingt durch Mutationen, innerhalb relativ kurzer Zeit zu wesentlichen Änderungen in der genetischen Zusammensetzung der Parasitenpopulationen führen. Doch das sind Probleme, deren Behandlung späteren Mitteilungen vorbehalten bleiben soll.

Summary

On the basis of theoretical considerations a heuristic formula $D = A (c \cdot P)^{T/t}$ is developed to express the dynamics of the local build-up in population of an air-borne pathogen. The effects of environmental factors and factors innate in the host and the pathogen on the increase in disease incidence within a theoretically isolated plot are discussed in the light of the formula.

Literatur

1. Gäumann, E.: Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl., Basel 1951 (S. 163–173).
2. Gregory, P. H.: The Dispersion of Air-borne Spores. — Transact. Brit. Myc. Soc. 1945, **28**, 26–72.
3. Müller, K. O.: Potato Blight in Chile. — 1952. FAO-Report No. 28.
4. — and Haigh, J. C.: Nature of 'Field Resistance' of the Potato to *Phytophthora infestans*. — Nature (London) 1953, **171**, 781–783.
5. Vowinckel, O.: Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans*. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. 1926, **14**, 588–641 (Dissertation).

Beziehungen zwischen Edaphon und Pflanze im Lichte neuerer Biocönoseforschung

Von Arrien G. Winter

(Aus dem Botanischen Institut Madaus, Leiter: Prof. Dr. A. G. Winter)

Der Begriff des Edaphons ist, obwohl nicht ganz frei von einem mystischen Unterton, auch von der Fachwissenschaft verwendet worden. Jeder Bodenbiologe hat im Laufe seiner Untersuchungen mit der komplexen Natur der Bodenbiocönose unerfreuliche Erfahrungen gemacht. Sie führten ihn infolge der Vielzahl sich wechselseitig beeinflussender Organismen sehr eindrucklich vor Augen, daß das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile. Das ist für den Künstler die Rechtfertigung seines Schaffens, für den Naturwissenschaftler aber ein sehr großes Hindernis auf dem Wege zur Erkenntnis der Korrelationen zwischen der Pflanze und Bodenorganismen.

Im Begriff des Edaphons ist aber diese Ganzheit subsummiert, seine Verwendung ist eine Anerkennung dieser vielfachen, vernetzten Beziehungen und eine stete Warnung, sie nicht zu vergessen. Die Pflanzenpathologie mit ihren eindeutig praktischen Zielen verlangt nun mehr als jede andere bodenmikrobiologische Untersuchung, daß der zu untersuchende Faktor im Verband des natürlichen Edaphons untersucht wird. Nur so werden Resultate erhalten, die Aussagen über seine Bedeutung in der Natur ermöglichen. Anderenfalls erhält man zwar „exakte“ Ergebnisse, die jedoch keine Beziehung zu der Bedeutung des Faktors am natürlichen Standort besitzen. Trotzdem werden diese Zusammenhänge bis zum heutigen Tage immer wieder übersehen. Erinnert sei hier nur an die Untersuchungen von Hahn (1957) über das Wachstum von *Pseudopeziza tracheiphila* auf „natürlichen“ Substraten. Diese „natürlichen Substrate“ waren lebende und abgestorbene Blätter einer Reihe von Holzpflanzen und krautigen Gewächsen, die vor der Beimpfung mit dem Pilz sterilisiert wurden.

Dieses Beispiel unter vielen führt zu Ergebnissen, die über die Entwicklung des Pilzes auf unsterilisiertem, also natürlichem Substrat keine Aussagen gestatten. Eventuell konkurrierende Mikroben sind abgetötet und bei der Sterilisation sind überdies eine Reihe chemischer Veränderungen im Substrat abgelaufen.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen allgemeiner und angewandter Biologie besteht im Bezugssystem: Der Grundlagenforschung genügt zunächst die Kenntnis der Wirkung eines Faktors unter irgendwelchen, wenn nur konstanten und häufig „ökologisch“ nicht verifizierbaren Bedingungen. Den angewandten Wissenschaftler kann aber letztlich nur die Kenntnis der Reaktion des Organismus unter ganz bestimmten Bedingungen, nämlich den in der ungestörten Biocönose gegebenen, interessieren.

Wir haben uns seit 1937 bemüht, Fragen der Bodenbiocönose, also des Zusammenlebens der Mikroorganismen untereinander und von Pflanzen und Mikroorganismen am natürlichen Standort, unter diesem Gesichtspunkt zu untersuchen. Ist es doch für die Pflanzenpathologie nicht ohne Bedeutung, ob die Entwicklung eines Parasiten durch andere Bodenmikroben oder auch durch Pflanzen gehemmt oder gefördert wird. Ebenso wichtig ist die Frage, ob die Entwicklung oder Krankheitsresistenz der Pflanzen durch Bodenmikroben oder durch Substanzen, die aus höheren Pflanzen in den Boden gelangen, beeinflußt werden kann, und wie weit Wirkstoffe, die in diesen Beziehungen eine Rolle spielen, der Zersetzung durch das Edaphon unterliegen.

In diesem sehr vielschichtigen Fragenkomplex suchten wir zunächst die folgenden Probleme experimentell zu beantworten:

1. *Vermag das Edaphon pathogene Pilze in ihrem saprophytischen Wachstum zu hemmen und so indirekt die Infektionshäufigkeit und damit die Pflanzenentwicklung zu beeinflussen?*
2. *Vermag die Rhizosphärenflora auf die parasitische Phase von Bodenpilzen einzuwirken?*
3. *Hat die Rhizosphäre einen Effekt auf die saprophytische Entwicklung von Pilzen?*
4. *Können antibiotische Wirkstoffe über die Pflanzenwurzel in die Pflanze eindringen und so ihre Krankheitsbereitschaft verändern? Können daher nichtpathogene, in der Rhizosphäre oder Sphärosphäre angesiedelte Pilze die Pflanzenentwicklung beeinflussen?*
5. *Können Inhaltsstoffe höherer Pflanzen, insbesondere antibiotischen Charakters mit den Ernteresten oder der Blattstreu in solchen Mengen in den Boden gelangen, daß sie die Mikroflora des Bodens, also auch pathogene Formen, beeinflussen, insbesondere hemmen?*
6. *Sind solche Inhaltsstoffe auch für höhere Pflanzen toxisch, können sie also auch in der Fruchtfolge in toxischen Konzentrationen wirksam werden?*

7. Können Mikrororganismen phytotoxische Substanzen abbauen und so den Boden entgiften?
8. Beeinflussen tierische Bestandteile des Edaphons, insbesondere der Regenwurm, den Hemmstoffgehalt des Bodens?

Im folgenden soll das Ergebnis dieser Untersuchungen, die von meinen Mitarbeitern, Schülern oder dem Autor selbst durchgeführt wurden, kurz umrissen werden.

Zu 1.

Seit den Untersuchungen von Waksman und Starkey (1923) bis in unser Jahrzehnt galt namentlich in angelsächsischen Ländern die Ansicht, daß Nährstoffmangel, nicht aber Hemmstoffbildung oder andere antagonistische Einflüsse des Edaphons die Mikrobenentwicklung begrenzen. Wir konnten zeigen (Winter 1950b), daß diese Experimente eine Frage an die Natur stellten, auf die eine sinnvolle Antwort hinsichtlich der begrenzenden Wirkung von Hemmstoffen für die Bodenmikroben a priori nicht zu erwarten war. Die untersuchten Gesamtkeimzahlen stellen nämlich nur ein statistisches Mittel aus dem Abnehmen oder Ansteigen der Entwicklung zahlreicher verschiedener Mikrobenarten nach Veränderung der Außenbedingungen, insbesondere also Nährstoffzufuhr, dar. Eine Gleichsetzung der Reaktion einzelner ihrer Komponenten mit der Reaktion der Gesamtbioönose ist indiskutabel.

Untersucht man aber die Entwicklung einzelner Bodenmikroben, insbesondere von Pilzen, mit Hilfe des von uns entwickelten Impfplattenverfahrens (Winter 1947) im völlig ungestörten natürlichen Boden, so zeigt sich, daß für ihre weit überwiegende Mehrzahl Hemmstoffsysteme mikrobieller Entstehung und dementsprechend erheblicher Labilität der begrenzende Faktor sind (Winter 1950 a, b; 1951 a).

Gegen die ökologische Bedeutung antibiotischer Substanzen mikrobieller Entstehung wurde nach ihrer Einführung in die Medizin immer wieder ins Feld geführt, daß man nachweisbare Konzentrationen bekannter Antibiotika niemals im natürlichen Boden, sondern nur nach Impfung sterilen Bodens mit Antibiotikabildnern nachweisen kann.

Auch diese Frage ist bei Berücksichtigung der natürlichen Bioönoseformen nicht sinnvoll. Jede Cholodnyplatte lehrt, von welchem Formenreichtum die Bodenmikroflora ist. Man kann nur auf kleinstem Raum mit größeren Individuenzahlen gleicher Art oder gleichen Stammes und damit einer meßbaren Produktion eines Antibiotikums rechnen. Ein Extrakt aus einer größeren Bodenmenge (d. h. hier schon Mengen von 1 mg) kann stets nur ein Gemisch verschiedenster Hemmstoffe in unterschwelligen Dosen enthalten, die eventuell zusammen einen nachweisbaren antibiotischen Effekt ergeben. Eine Untersuchung der Bodenmikrobioönose mit Hilfe der Aufwuchsplatten (Winter 1949 a, b) zeigt aber, daß die Mikroorganismen mit pathogenen oder nichtpathogenen Pilzen im natürlichen Boden eng vergesellschaftet sind. Der Rhizosphäre der Pflanzenwurzel entspricht eine „Hyphosphäre“ der Pilzhyphe, die sich durch eine dichte Besiedlung mit Bakterien oder eventuell auch Pilzen verschiedenster Art auszeichnet. Hier ist, wie wir zeigen konnten, der Wirkung antibiotischer Substanzen auf engstem Raum, in unmittelbarem Kontakt der Partner, Tür und Tor geöffnet. Ein in der Hyphosphäre gebildeter Hemmstoff muß auf den Bioönose-Partner, wenn er gegen den Wirkstoff empfindlich ist, einwirken, obwohl vielleicht ein mit allen Kautelen hergestellter und rekonzentrierter Gesamtbodenextrakt auch mit den empfindlichsten Methoden keine nachweisbare Antibiotikakonzentration erkennen läßt.

Auch der Einwand, die Antibiotika würden im Boden als leicht zersetzliche Substanzen rasch inaktiviert, ist nicht stichhaltig. Sicherlich (vgl. Winter 1952) wird Penicillin und Streptomycin auch in sehr hohen Konzentrationen im Boden in Tagen oder Wochen inaktiviert. Man darf aber nicht übersehen, daß die im Boden vorhandene Gesamtantibiotikamenge die Resultante von Bildungs- und

Zersetzungs-Geschwindigkeit ist. Wie wir weiter unten sehen werden, läßt sich für Hemmstoffe aus höheren Pflanzen, die in großen Mengen in den Boden gelangen, und dabei mikrobiell und chemisch inaktiviert oder ausgewaschen werden können, nachweisen, daß sie infolge des dauernden Nachschubes aus den Pflanzenresten viele Monate im Boden wirksam sind.

Biotische Faktoren mikrobieller Natur haben also nach unseren Untersuchungen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung parasitischer Bodenpilze in ihrem saprophytischen Lebensabschnitt.

Besonders erfreulich scheint uns, daß die angelsächsischen Forscher sich, wenn auch zögernd, nunmehr doch dieser Auffassung anzuschließen beginnen. (vgl. Garrett 1956, S. 18 ff.).

Zu 2.

Angesichts dieser starken gegenseitigen Beeinflussung der Mikroorganismen im freien Boden kann es nicht überraschen, daß die dichte Besiedlung der Wurzeloberfläche mit Mikroben sich auf Wurzelparasiten stark auswirkt.

Wir haben eingehend dargelegt (Winter 1942, 1950 a, b), wie auch die parasitische Entwicklung von *Ophiobolus graminis* auf der Weizenwurzel durch das Edaphon und die Rhizosphärenflora beeinflusst wird. Durch Änderung der Bodenbiocönose kann die parasitische Entwicklung in sehr breiten Grenzen verändert werden, wie die unterschiedliche Infektionsstärke auf leichten, sandigen und auf schwereren Weizenböden zeigt (Moritz 1932, Winter 1942).

Der Weizen bedarf, um vor einer Infektion mit *Ophiobolus graminis* mehr oder minder stark geschützt zu sein, eines relativ spezifischen Edaphons (Infektion im Sandboden, keine Infektion in Schwarzerde, aber Infektion in sterilisierter Schwarzerde). Es war nun aber denkbar, daß es Parasiten gibt, die an sich eine Pflanze infizieren können, aber in Gegenwart aller praktisch existierenden Biocönosen an der Infektion gehemmt werden. Ist die Vermutung richtig, dann mußte es gelingen, Pflanzen unter sterilen Bedingungen mit Pilzen zu infizieren, die in der Natur von diesen Parasiten niemals befallen werden.

Schon aus der Tatsache, daß nach Müller-Kögler (1938) *Ophiobolus graminis* in sterilisierter Erde in die Wurzeln vieler monokotyler und dikotyler Pflanzen eindringt, während nach Winter die entsprechenden Pflanzen im natürlichen Boden niemals infiziert werden, scheint hervorzugehen, daß eine solche extreme Beeinflussung des Verhältnisses von Wirt und Parasit durch die Rhizosphärenflora möglich ist. Einen klaren Beweis für ihren entscheidenden Einfluß auf den Infektionsverlauf konnten Winter und von Rümker (1949, 1950) aber für *Ascochyta pinodella* bringen. Die Infektion von Erbsenwurzeln durch *A. pinodella* ist in sterilem und unsterilem Boden gleich stark, die Rhizosphärenflora also hier bedeutungslos. Dagegen wird die Wurzelrinde des im natürlichen Boden gegen *A. pinodella* resistenten Weizens unter sterilen Bedingungen von dem Pilz völlig durchsetzt. Er bildet überdies einen dichten Pilzmantel auf der Wurzeloberfläche, wenn Aufzucht und Infektion steril auf Zinzadze-Agar vorgenommen wird (Pseudomycorrhiza). Ebenso ist die Resistenz von Mais und Weizen gegen ein an Erbsen äußerst pathogenes *Fusarium* sp. an die Gegenwart der Rhizosphärenflora gebunden.

Die Infektion von Pflanzenwurzeln durch Bodenpilze hängt also zum Teil entscheidend von der Mikrobiocönose des Bodens, insbesondere der Rhizosphärenflora, ab.

Zu 3.

Natürlich ist es auch denkbar, daß die besonderen Bedingungen, die die Bodenpilze in der Rhizosphäre vorfinden, ihnen eine im Vergleich zum Boden bessere Entwicklung gestatten, ohne daß es zu einer Infektion kommt. Hier

ist etwa daran zu denken, daß parasitische Pilze, die in ihrer saprophytischen Phase im Boden infolge Nährstoffmangels, antibiotischer Wirkungen der Biocönosepartner usw. schlecht gedeihen, in der Rhizosphäre nicht anfälliger Pflanzen günstigere Bedingungen vorfinden. Das gilt zunächst für *Ophiobolus graminis* (Winter 1949a, 1950a). Weiter konnte meine Schülerin R. von Rümker (1951) zeigen, daß sich *Fusarium*-Arten in der Rhizosphäre nicht anfälliger Pflanzen besser entwickeln können als im sonstigen Boden. So reichert Mais als nicht gegen *A. pinodella* anfällige Pflanze diesen Pilz in seiner Rhizosphäre stark an. Der, als nicht infizierbar, scheinbar „harmlose“ Mais begünstigt so die Bodenverseuchung stärker als die sehr anfällige Erbse. Man kann also nach diesen Erfahrungen eventuell mit einem massiven Auftreten von Wurzelparasiten auch dann rechnen, wenn die Zwischenfrüchte nicht infiziert werden. Es sind hier die besonderen Eigenschaften der Rhizosphäre, die diese Verseuchung herbeiführen, und nicht etwa die Änderung physikalischer, chemischer oder biotischer Faktoren in wurzelfreiem Boden, oder, wie man in einem Sammelbegriff sagt, der Bodengare. Umgekehrt kann man auch beobachten, daß steril aufgezogene Weizensämlinge auf Agar um ihre Wurzeln eine Hemmzone gegenüber bestimmten Pilzen bilden (Winter, unveröffentlicht). Gleichsinnige Ergebnisse mit Hafer erzielte kürzlich Schönbeck (unveröffentlicht).

Zu 4.

Wenn Mais und Weizen nur im natürlichen Boden gegen *A. pinodella* und *Fusarium* sp. resistent sind und die Infektion des Weizens durch *Ophiobolus graminis* vom Edaphon abhängt, so kann diese „Widerstandsfähigkeit“ auf einer Beeinflussung des Pilzes, aber auch der Krankheitsbereitschaft der Pflanze beruhen. Vielleicht hemmen die von der Rhizosphärenflora gebildeten antibiotischen Substanzen nicht nur den Pilz außerhalb der Wurzel, sondern werden auch von der Wurzel resorbiert. So stieße der Pilz also innerhalb der Wurzel auf die gleichen Hemmstoffe wie in der Rhizosphäre, oder die Reaktionslage des Wirtes wird durch solche Substanzen so geändert, daß eine verstärkte „Infektionsabwehr“ resultiert.

Wir konnten nun gleichzeitig mit angelsächsischen Autoren (Brian und Mitarbeiter 1951, Blanchard und Dillis 1951) zeigen, daß relativ komplizierte Moleküle wie Streptomycin und Penicillin von Pflanzen aufgenommen werden (Winter und Willeke 1951a, Winter 1952) und in ihnen in aktiver Form nachweisbar sind. Danach könnten also im Boden oder in der Rhizosphäre gebildete Hemmstoffe die Krankheitsbereitschaft der Pflanzen verändern, nicht nur durch eine Veränderung ihrer Reaktionslage, sondern rein passiv durch die Gegenwart der Hemmstoffe im Gewebe. Daneben zeigen diese Substanzen allerdings auch (Winter und Willeke 1951a, Winter 1952) eine deutliche Beeinflussung des Wachstums, die konzentrationsabhängig von der Hemmung bis zur Stimulation reicht. Nickell (1953) konnte diese Beobachtungen für das Streptomycin bestätigen. Siedelt man nun durch massive Impfungen in der Umgebung des keimenden Samens bzw. der Rhizosphäre bestimmte Pilze an, so kann es zu einer erheblichen Entwicklungsförderung kommen (Winter 1951b). Wahrscheinlich sind solche Stimulationen durch Aufnahme von Wirkstoffen entstanden, die durch die Pilze gebildet wurden.

Auf diesen Grundlagen hat sich eine breite industrielle Forschung über die innertherapeutische Verwendung einiger Antibiotika entwickelt.

Unser eigentliches Anliegen, wie weit nämlich im praktischen Pflanzenbau eine eventuelle Aufnahme von antibiotischen Wirkstoffen aus dem Boden die Krankheitsbereitschaft beeinflußt, mußte hinter der Notwendigkeit zurücktreten,

zunächst mehr über das Vorkommen antibiotischer Substanzen im natürlichen Boden zu erfahren. Es galt vor allem, in der Natur realisierte Bedingungen aufzufinden, unter denen große Mengen von Hemmstoffen einheitlicher Natur im Boden auftreten und die Mikro- bzw. Makro-Biocönose bestimmend beeinflussen.

Zu 5. und 6.

Substanzen mit antimikrobischen Eigenschaften einheitlicher Provenienz könnten in großen Mengen mit den Resten von Monokulturen in den Boden gelangen.

Wir wissen seit Koch und Pasteur, daß Senföle und ätherische Öle „desinfizierende“ Wirkung haben. Angesichts der Unmöglichkeit, „Mikroorganismen“ und „Makroorganismen“ scharf zu trennen, werden wir solche Inhaltsstoffe von Blütenpflanzen in Übereinstimmung mit der angelsächsischen Nomenklatur gleichfalls als Antibiotika bezeichnen müssen, zumal sie bezüglich der Möglichkeiten ihrer innertherapeutischen Verwendung in der Humanmedizin und ebenso der Selektivität ihrer Wirkungsspektren den Antibiotika mikrobieller Entstehung nicht nachstehen (vgl. Winter 1955 b, c; 1956). Wir konnten zeigen (Winter 1953 a, 1954, 1955 a), daß das Einbringen senföhaltiger Pflanzen, wie z. B. *Allium porrum*, oder anderer hemmstoffhaltiger Pflanzen (z. B. *Tulipa* sp.) eine völlige Veränderung der Bodenmikroflora auslöst. Die zunächst gegen diese Hemmstoffe seltenen resistenten Formen zeigen nach 14tägiger Bebrütung eine massierte Entwicklung. So ist also beispielsweise durch Einbringen bestimmter Pflanzen in den Kompost eine gezielte Veränderung der Bodenbiocönose möglich, und zwar genügen unter Umständen erstaunlich geringe Mengen für eine solche Umstellung (vgl. Winter und Willeke 1951 b). Da wir zeigen konnten, daß solche hochwirksamen antibiotischen Wirkstoffe bei peroraler Aufnahme zum erheblichen Prozentsatz wieder mit dem Harn ausgeschieden werden (vgl. Winter und Willeke 1952 c), können auf diesem Wege, z. B. bei Verfütterung senföhaltiger Pflanzen, auch solche antibiotischen Wirkstoffe in die Jauche gelangen. Auch auf diesem Wege ist also eine Steuerung mikrobieller Umsetzung im Boden möglich.

Nach Winter und Willeke (1952 a, b) enthält die Blattstreu zahlreicher Pflanzen antibiotisch wirksame, mit Wasser, also auch durch Regen, extrahierbare Substanzen. Sie betonten ihre Bedeutung für die mikrobiologischen Gleichgewichte unter natürlichen Pflanzengesellschaften.

Winter und Bublitz (1953) konnten weiter zeigen, daß im Bodenwasser des Fichtenrohhumus antibakteriell wirksame Substanzen in Konzentrationen vorhanden sind, die eine natürliche Population von Bodenbakterien (Kompostaufschwemmung), nicht aber die Pilze völlig am Wachstum hindern.

Die gleichen Substanzen hemmen (Bublitz 1952, 1953 a, b, 1954) in den im Boden vorkommenden Konzentrationen die Entwicklung von Fichtensämlingen, lösen also einen pathologischen Vorgang aus, indem sie eine natürliche Verjüngung des Bestandes verhindern. Nach diesen Untersuchungen dürfen wir annehmen, daß diese Stoffe die normalen Humifizierungsprozesse infolge Ausschaltung oder starker Hemmung vieler Bakterien und somit einseitige Begünstigung der Bodenzpilze stören, und ebenso die natürliche Verjüngung der Fichten- und Kiefernbestände verhindern können. Diese Substanzen wirken selbstverständlich auf Bakterien und die Fichtensämlinge konzentrationsabhängig. Bublitz hat dann hervorgehoben, daß diese Konzentrationsabhängigkeit die Niederschlagshöhe als einen wesentlichen Faktor für die Rohhumusanreicherung und die Bildung autochthoner Fichtenbestände erscheinen läßt: Rohhumusbildung und fehlende Verjüngung bei zu niedrigen Niederschlägen bzw. Staunässe infolge fehlender Auswaschung bzw. normale Humifizierung und Verjüngung bei starker Auswaschung in den Untergrund.

Daneben ist ein Einfluß des pH auf die Hemmstoffaktivität nachweisbar (Kalkung des Fichtenrohhumus in der Praxis). Vernichtung des Edaphon infolge künstlicher Aufforstung der Fichte führt hier also früher oder später infolge der fehlenden Verjüngung zur Bestandsvernichtung. Damit verursacht die von der Fichte ausgelöste Störung der Bodenbiocönose wiederum eine starke Veränderung

der Makrobiocönose, die dann ihrerseits wieder eine „Normalisierung“ des Edaphons bewirken wird.

Wir wissen in diesem Fall noch nicht, ob diese hemmenden Substanzen im Fichtenrohhumus schon in der Nadelstreu vorhanden sind oder erst im Boden gebildet werden.

Nach Winter und Sievers (1952) sind in der Blattstreu von Gramineen „keimungsaktive“ Substanzen vorhanden. Sie betonten ihre ev. pflanzensoziologische Bedeutung. Nun sind auch Fruchtfolgeprobleme zweifelsohne pflanzensoziologische Probleme, bei denen nur das Nebeneinander der Pflanzen durch ein Nacheinander ausgetauscht ist.

Wir konnten dann nachweisen (Winter und Schönbeck 1953 a, b; 1954, Schönbeck 1953, Schönbeck 1956), daß aus den Getreidestoppeln wurzelhemmende Substanzen in phytotoxischen Konzentrationen in den Boden gewaschen und noch 9 Monate nach der Ernte im Bodenwasser nachgewiesen werden können — und zwar infolge der vorwiegend vertikalen Richtung der Auswaschung unter den Stoppeln stets in höherer Konzentration als zwischen den Stoppelreihen.

Auch hier spielt, wie Schönbeck (1956) zeigen konnte, die Niederschlagshöhe eine entscheidende Rolle. Niederschläge schwemmen die Hemmstoffe zunächst aus den Stoppeln in das Bodenwasser, bei Wassersättigung des Bodens dann auch in den Untergrund, so daß sie im Lysimeterwasser natürlicher Stoppelböden nachweisbar werden. Im Freiland steigt der Hemmstoffgehalt der Stoppelböden nach der Ernte zunächst bis zu einem Maximum im Dezember—Januar an und sinkt dann bis zum Mai auf gerade noch nachweisbare Werte. Für ihre Bedeutung in der Fruchtfolge ist dabei nicht nur die augenblickliche (aktuelle) Konzentration im Bodenwasser, sondern auch der (potentielle) Hemmstoffvorrat in den Stoppeln von entscheidender Bedeutung.

Börner (1955, 1956) konnte unsere Befunde in vollem Umfang bestätigen und insbesondere durch chemische Identifizierung der Substanzen wertvoll erweitern.

Diese Vorstellung einer „Bodenvergiftung“ durch Ernterückstände wurde von uns zunächst als wahrscheinliche Ursache der Bodenmüdigkeit im Obstbau (Winter 1950 c) diskutiert. Zwar mußte man diesen „Toxinen“ eine Wirksamkeit über Zeiträume bis zu 60 Jahren zusprechen, doch schien uns diese Annahme tragbarer als Spurenelementmangel oder eine der übrigen Theorien. Die Untersuchungen von Schander (1955) und Fastabend (1954) haben dann unsere Auffassung als wahrscheinlich richtig erscheinen lassen.

Zu 7.

Hier trat mit besonderer Eindringlichkeit die Frage nach der Haltbarkeit solcher toxischer Substanzen im Boden in den Vordergrund. Wir schenken ihr bei den Untersuchungen über Getreidestoppeln besondere Aufmerksamkeit, nachdem wir am Penicillin und Streptomycin (Winter 1952) den Abbau reiner Wirkstoffe im Boden verfolgt hatten. Schönbeck (1956) konnte zunächst zeigen, daß unter natürlichen Bedingungen die biologische Hemmstoffinaktivierung gegenüber der Hemmstoffauswaschung in den Hintergrund tritt, weil bis zum Eintritt der warmen Jahreszeit die Masse der Toxine ausgeschwemmt wird. Im Winter verläuft jedoch die biologische Inaktivierung infolge zu niedriger Temperatur außerordentlich langsam. Bei optimaler Temperatur und Feuchtigkeit steigt aber die Geschwindigkeit der biologischen Inaktivierung auf ein Vielfaches an.

Die von Schönbeck beobachtete Inaktivierung war mikrobiell bedingt. Beträchtliche Mengen von Pflanzenresten und Boden passieren nun alljähr-

lich den Regenwurm davon mit seiner vom Boden abweichenden Mikroflora (Brösewitz s. u.).

Zu 8.

Nun wird dem Regenwurm ein — bisher nur von der Bodenstruktur und Humifizierung her faßbarer — Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit zugesprochen. Es war für uns vorstellbar, daß während der Passage durch den Regenwurm darm unmittelbar oder mittelbar durch die Veränderung der Bodenmikroflora die Hemmstoffzersetzung beschleunigt wird. So fanden Schönbeck und Brösewitz (1957) eine starke Intensivierung der Hemmstoffzersetzung in Getreidestoppelböden bei Gegenwart des Regenwurms. Nach Brösewitz (noch nicht publiziert) fördert der Regenwurm auch den Abbau antiphytotischer Stoffe wie 2,4-D und Cumarin-Glycosiden im Boden und verbessert damit die Voraussetzung für die Pflanzenentwicklung. Auch reinigt er den Boden unter anderem sehr rasch von nicht autochthonen, eingepflanzten Bakterien, insbesondere *E. coli*.

Wir versuchten einen Einblick in die Beziehungen zwischen Edaphon und Pflanze zu gewinnen, indem wir vor allem „dominante“ Faktoren, die weithin ein größeres Bodenareal gleichmäßig prägen, wie z. B. Pflanzenreste aus Monokulturen, die Rhizosphären von Monokulturen, Regenwurmdarmpassagen usw. im Auge behielten. Zu diesem prägenden Bestandteil des Edaphons gehört zweifelsohne auch die endotrophe Mycorrhiza, die nach unseren Untersuchungen (Winter 1950 d, Winter und Birgel 1953, Sievers 1953, Winter 1953 b) die Mehrzahl der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen besitzt, und zwar in einem solchen Umfang, daß ein wesentlicher Teil der Wurzelsrinde völlig verpilzt ist. Ihre Bedeutung für die Pflanze schwankt von der Dyssymbiose (z. B. *Chlorophytum comosum*) bis zur Eusymbiose (z. B. *Clematis vitalba*). Meine Schülerin H. Peuß konnte darüber hinaus zeigen (noch nicht veröffentlicht), daß die Tabakmycorrhiza die pH-Empfindlichkeit der Wirtspflanze (gegen hohe Wasserstoffionen-Konzentration) vermindert und so, wenn man diese Ergebnisse aus der Wasserkultur verallgemeinern darf, die ökologische Breite vergrößert.

Diese Untersuchungen begannen im Jahre 1936 auf Grund einer Anregung von Herrn H. Blunck, die in den interessanten Ergebnissen begründet war, die Moritz unter der Leitung von Blunck 1932 bei seinen *Ophiobolus*-Untersuchungen machte. Nachdem diese Forschungsrichtung sich in der Pflanzenpathologie, in der Bodenmikrobiologie, der Human- und Veterinär-Medizin und schließlich auch der Tierernährung als fruchtbar erwiesen hat, sei es dem Verfasser erlaubt, an dieser Stelle für die vieljährige Unterstützung seiner Untersuchungen Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. H. Blunck herzlich zu danken. Ebenso gilt mein Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, deren Unterstützung die Durchführung der langjährigen Arbeiten erst ermöglichte.

Literatur

- Börner, H.: Naturw. **42**, 583, 1955.
 — — Beitr. z. Biol. d. Pflanzen **13**, 33, 1956.
 Bryan u. Mitarb.: Nature **167**, 347 (1951).
 Bublitz, W.: Madaus Jahresber. 1952, S. 147.
 — — Naturw. **40**, 275, 1953 a.
 — — Madaus Jahresber. 1953 b, S. 92.
 — — Naturw. **41**, 502, 1954.
 Fastabend, H.: Dissertation Hannover 1954.
 Garrett, S. D.: Biology of root-infecting fungi, Cambridge 1956.
 Hahn, H.: Ber. über Rebenforschung **1**, 53, 1957.

- Moritz, O.: Arb. Biol. R. A. **20**, 27, 1932.
 Müller-Kögler, E.: Arb. Biol. R. A. **22**, 271, 1938.
 Nickell, L. G.: Antib. u. Chemoth. **3**, 449, 1953.
 Rümker, R. von: Phytopath. Ztschr. **18**, 55, 1951.
 Schander, H.: Gartenbauwissensch. **2**, 115–140 u. 233–260, 1955.
 Schönbeck, F.: Madaus Jahresber. 1953, S. 81.
 — Ztschr. Pflanzenkrh. **63**, 513, 1956.
 — und Brüsewitz, G.: Naturw. **44**, 42, 1957.
 Sievers, E.: Arch. f. Mikrobiol. **18**, 289, 1953.
 Waksman, S. A. und Starkey, R. L.: Eingehende Literaturangaben bei Winter, 1942.
 Winter, A. G.: Phytopath. Ztschr. **14**, 204, 1942.
 — Festschr. Appel, Biol. Zentralanst. 1947.
 — Arch. f. Mikrobiol. **14**, 240, 1949a.
 — Arch. f. Mikrobiol. **14**, 588, 1949b.
 — Arch. f. Mikrobiol. **15**, 42, 1950a.
 — Zbl. f. Bakt., I. Abt. **155**, 342, 1950b.
 — Zeitfragen d. Baumschule, Folge 7, 1950c.
 — Phytopath. Ztschr. **17**, 421, 1950d.
 — Arch. f. Mikrobiol. **16**, 136, 1951a.
 — Phytopath. Ztschr. **18**, 221, 1951b.
 — Ztschr. f. Botanik **40**, 153, 1952.
 — Madaus Jahresber. 1953a, S. 74.
 — Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde **60**, 221, 1953b.
 — Votr. Intern. Botanikerkongr. Paris 1954 (im Druck).
 — Ztschr. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde **69**, 224, 1955a.
 — Die Medizinische Nr. 2, S. 73, 1955b.
 — Zbl. Bakter. I. Abt. **164**, 217, 1955c.
 — Die Heilkunst **69**, Heft 11, 1956.
 — und Birgel, G.: Naturw. **40**, 393, 1953.
 — und Bublitz, W.: Naturw. **40**, 345, 1953.
 — und Rümker, R. v.: Naturw. **36**, 30, 1949.
 — und Rümker, R. v.: Arch. f. Mikrobiol. **15**, 72, 1950.
 — und Schönbeck, F.: Naturw. **40**, 168, 1953a.
 — und Schönbeck, F.: Naturw. **40**, 513, 1953b.
 — und Schönbeck, F.: Naturw. **41**, 145, 1954.
 — und Sievers, E.: Naturw. **39**, 191, 1952.
 — und Willecke, L.: Naturw. **38**, 262, 1951a.
 — und Willecke, L.: Naturw. **38**, 354, 1951b.
 — und Willecke, L.: Naturw. **39**, 45, 1952a.
 — und Willecke, L.: Naturw. **39**, 190, 1952b.
 — und Willecke, L.: Naturw. **39**, 236, 1952c.

Interactions of Tissue Sugar, Growth Substances, and Disease Susceptibility

By James G. Horsfall and A. E. Dimond¹⁾

An invitation to prepare a general article for the Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten gives us deep pleasure. Moreover, it provides an opportunity to advance one of our hobbies in science — to hold up an umbrella and see how wide a range of facts may be reasonably sheltered thereunder. Some thinkers believe that this is fun. Perhaps our article is addressed mainly to them.

The umbrella in this story is that sugar content of tissue is related to plant disease. Boron deficiency and treatments with growth regulators affect the sugar content of plant tissues and thereby alter susceptibility to disease.

¹⁾ Plant Pathologists, The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 4, Connecticut.

We are greatly indebted to our colleagues for their aid in developing this thesis and in preparing the manuscript.

Background information

This story originates with our researches on the target spot disease (early blight) on tomato foliage caused by *Alternaria solani*. Some years ago a farmer called our attention to a curious phenomenon. "Bull plants", he said, "are immune to target spot". Bull plant is a farmers' term for a giant plant loaded with leaves but no fruit. We produced experimental bull plants by removing all blossoms as they appeared on normal plants and thus we produced immune tomato foliage (Horsfall and Heuberger 1942).

The reverse experiment was then tried, leaving the fruit and removing much of the foliage. These plants were highly susceptible. Thus, susceptibility of the foliage could be manipulated at will by varying the amount of fruit that the foliage must support. Evidently the fruit removes from the leaves some substance that is responsible for resistance.

A little later the leaf load phenomenon appeared in Dutch elm disease (Zentmyer, Horsfall and Wallace 1946). We found that the susceptibility is increased if elm leaves are removed in June during the period of normal inoculation in the field, although the susceptible tissue is vascular, not foliar.

Rowell (1953), a former colleague, explained the target spot results. He showed that the fruits remove sugar from the leaves, thus making them susceptible. He explained also the common observation that old tomato leaves are more susceptible to target spot than young leaves. Rowell showed that they contain less sugar. Rowell's data also explain an observation of Moore and Thomas (1943) that leaves of tomato seedlings in transit to market are highly susceptible. The leaves, of course, are in the dark. Under these conditions sugar is used up in respiration and the plants become susceptible.

Very often "forthcoming events cast their shadows before". Back in 1934, Yarwood (1934) cultured clover leaflets on sugar solutions and reduced their susceptibility to the target spot disease of clover caused by *Stemphylium sarcinaeforme*. If, at the time, we had been keeping up on target spot diseases instead of tomato diseases, we might have identified as sugar the hypothetical substance missing from our tomato foliage.

Rhode Island workers enabled us to bring Dutch elm disease under the umbrella, by showing that they could reduce susceptibility by feeding sugar to the tissues and increase it by putting the plants in the dark prior to inoculation (Caroselli and Feldman 1951; Feldman and Caroselli 1951).

Our defoliation results with elms can be explained by assuming that the development of new leaves drain the vascular tissues of their sugar content.

Clearly Dutch elm disease and target spot are low sugar diseases, i.e., they are most severe on plants low in sugar.

The classic high sugar disease is rust. Some 40-odd years ago Fromme (1913) showed that cereal rusts do not develop on plants in the dark. Mains (1917) nailed this fact to the barn door for passersby to see. He showed that leaves in the dark could be made susceptible by floating them on sugar solutions.

Powdery mildew of cereals also is a high sugar disease as Trelease and Trelease (1929) showed. Yarwood (1934) increased powdery mildew of clover by feeding sugar to floating leaves.

Sugar relations of growth substances

By now the sugar relations in plants treated with growth substances are fairly well established. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) produces a rise in the sugar level of foliage for about 3 or 4 days after application according to Smith et al. (1947). The sugar content of stems and roots continues to rise for 3 or 4 additional days. With further time lapse after treatment the sugar content of both leaves and stems falls rapidly to a point below that of untreated plants. We would expect, then, that treatment with 2,4-D, after a few days of time apse, should increase susceptibility to a low sugar disease and decrease susceptibility to a high sugar disease.

Maleic hydrazide, on the other hand, increases the sugar content of foliage as Naylor (1951) and others have shown. McIlrath (1950) says that maleic hydrazide damages the phloem of cotton and delays translocation of sugar out of leaves. Greulach (1951) has confirmed these results for tomatoes. This presumably means that the stems and roots of treated plants are low in sugar. It follows that for stem and root diseases maleic hydrazide should increase the low sugar diseases and decrease the high sugar ones. For foliage diseases it should increase the high sugar ones and decrease the low sugar ones.

Effect of growth substances on low sugar diseases

Since target spot of tomato leaves is a low sugar disease, we expect that 2,4-D treatment should increase susceptibility and that maleic hydrazide should decrease it. Rowell (1953) has demonstrated the former and related it to sugar. O'Brien and Bornmann (1952) have demonstrated the latter but without relating it to sugar.

A large amount of research has been done on *Fusarium* diseases. The evidence is that they also are low sugar diseases and that they should find a place under our umbrella. Thus, Foster and Walker (1947), report that low light intensity makes the tomato plant susceptible to *Fusarium* wilt.

Kalyanasundaram (1954) has reported that *Fusarium* wilt of cotton likewise is most severe on plants low in sugar and Koba (1953) feels that *Fusarium* rot of cotton seedlings is worse on plants low in sugar.

As has been discussed, a growth regulant like maleic hydrazide reduces sugar levels in the stem and should increase *Fusarium* wilt of tomato. Waggoner and Dimond (1952, 1957) have shown that wilt is increased when plants are treated close to time of inoculation.

Earlier work from this laboratory by Keyworth and Dimond (1952) indicated that when tomato roots are damaged in various ways, the sugar levels in the stem rise and the plant becomes less susceptible to *Fusarium* wilt. Davis (unpublished data) has fed glucose to tomatoes and reduced susceptibility. Six days after application, the compound, 4-chloro-3,5-dimethylphenoxyethanol raises the sugar level in tomato stem tissues and reduces susceptibility to wilt at the same time (Davis and Dimond 1952).

4-Chloro-3,5-dimethylphenoxyethanol is a close relative to 2,4-D and we would expect that 2,4-D and other related growth hormones would reduce the susceptibility to disease at first, as the sugar levels in the plant rise in accordance with the results of Smith (1948). With a further time lapse we would expect susceptibility to rise again as sugar levels fall. This is the picture obtained by Davis and Dimond (1953) with one notable exception. In their studies the entire plant was analysed for sugar content and treated plants

were found to be lower in sugar content 10 days after treatment than control plants were. This result must for the present remain an unexplained anomaly.

The long term effect of growth substances of the 2,4-D type is to reduce sugar levels in tissues, and in diseases where invasion by *Fusarium* occurs slowly, an increased susceptibility to disease has been noted. Thus McClellan and Stuart (1947) have reported increased susceptibility of narcissus to *Fusarium* basal rot following hormone treatment and Cunningham (1953) has reported a similar situation for *Fusarium* dry rot of potatoes.

A few other diseases may be placed under the sugar umbrella. Yarwood (1934) has shown that he could reduce susceptibility to clover anthracnose by feeding sugar to floating leaves. One is not surprised then, to read a note of Coombe (1954), that p-chlorophenoxyacetic acid increases susceptibility of currant leaves to anthracnose.

Helminthosporium leaf spot of cereals apparently also fits here. Hsia and Christensen (1951) report that this disease is enhanced if the plants are treated with 2,4-D. Presumably *Helminthosporium* leaf spot is a low sugar disease.

A corollary of this reasoning is that maleic hydrazide should make foliage less susceptible and roots more susceptible to *Helminthosporium sativum*, and that sugar feeding should make both resistant. We have been unable to mine any relevant data from the literature.

The susceptibility of oats to *Helminthosporium victoriae* and crown rust is fascinating in this connection. Oat varieties of the Victoria type are susceptible to one pathogen and resistant to the other with such regularity that Litzenberger (1949) has claimed that a single gene determines the response of the plant to the two diseases. As we have seen, *Helminthosporium* is a low sugar disease and rust is a high sugar disease. Perhaps the sugar content of Victoria-based oat varieties determines the susceptibility to *Helminthosporium* and resistance to crown rust. If so, the toxins described for this case by Meehan and Murphy (1947) may act only on the low sugar plants.

Effect of growth substances on high sugar diseases

Since rust is a high sugar disease, our thesis would predict that 2,4-D should make plants less susceptible to rusts and that maleic hydrazide should make them more so. Ibrahim (1951) demonstrated the first and Livingston (1953) the second. Livingston suggested a correlation with sugar supply.

Similarly, we expect that 2,4-D should reduce powdery mildew and maleic hydrazide should increase it. We have found no work on the first, but Miller (1952) reports the second, but without reference to sugar.

Mostafa and Gayed (1956) showed a direct relation between sugar content of the leaves of broad bean and infection with *Botrytis fabae* which causes the chocolate spot disease. This relationship accounts for the results of Crowdy and Wain (1950) and of Mostafa and Gayed on phenoxyacetic acid derivatives. These compounds reduced susceptibility to the disease, obviously by reducing the sugar level in the tissue.

One hiatus in the results of Crowdy and Wain has always been bothersome. They reported that number of lesions was not reduced, only the diameter. In other words the phenoxys reduced the invasiveness but not the infectiousness of *B. fabae*.

Mostafa and Gayed reduced both phases. The explanation now seems clear. Crowdy and Wain inoculated with a spore suspension in 1 percent glucose solution. Mostafa and Gayed did not.

The 2,4-D analogues undoubtedly reduced the leaf sugar in both cases. Crowdy and Wain's sugar, however, entered the bean leaf as Yarwood had already demonstrated for the common bean. This conferred a temporary susceptibility on the leaf for a long enough period to enable the fungus to enter. In the presence of the growth substances, however, this effect soon wore off and the fungus was unable to extend the lesion.

In other words, they antidoted the 2,4-D effect at the tiny spot where each germ tube entered.

Verticillium wilt appears to be a high sugar disease. Thus, Roberts (1944) demonstrated that partially defoliated tomato plants were much less susceptible to *Verticillium* and that the stems had less fungus in the vessels.

If so, 2,4-D treatment begun early enough (Payne and Fults 1955) and applied serially to keep sugar levels down should decrease susceptibility and Waggoner (1956) has shown that it does mitigate the symptoms. This line of reasoning also suggests that girdling diseases of potato, such as *Rhizoctonia*, should rob the roots of sugar and make the plants more susceptible to *Verticillium*. Sprays of maleic hydrazide should lead to low *Verticillium* susceptibility, but we are unable to find suitable data.

Sugar effects of boron deficiency

Studies on the effect of boron deficiency on disease severity can be linked to sugar levels in the plant as a result of the work of Gauch and Dugger (1954), who showed that boron aids the translocation of sugars. Hence, in boron deficient plants sugar content is high in the foliage.

We have said earlier that *Helminthosporium* leaf spot of cereals is a low sugar disease. Thus, boron deficiency in barley should result in lowered susceptibility to *Helminthosporium* leaf spot and Eaton (1930) observed this to be true.

Since powdery mildew is a high sugar disease, we would expect it to be increased in the foliage of boron-deficient plants. Boron deficiency in cereals produced that effect in Eaton's experiments. Yarwood (1938) disclosed a similar result for powdery mildew on sunflower foliage.

Summary

When a plant tissue is low in sugar, that tissue becomes more susceptible to some diseases and less susceptible to others. Treatment of plants with 2,4-D and related growth regulants at first elevates sugar levels in the plant and then materially reduces them. Maleic hydrazide increases sugar levels in leaves and reduces the sugar levels in stems, roots and growing points. Boron deficiency affects plants as maleic hydrazide does. This paper discusses the effect of such treatments, together with shading and defoliation, on the susceptibility of plants to various diseases. Low sugar diseases are *Alternaria* on tomato, Dutch elm disease, the *Fusarium* induced diseases, *Helminthosporium sativum* on cereals and *Helminthosporium victoriae* on barley. High sugar diseases are the rusts, the powdery mildews, chocolate spot of bean and *Verticillium* wilt of potato. Any chemical treatment that alters sugar levels in the plant can be expected to alter susceptibility to these two groups of diseases in opposite directions.

Bibliography

- Caroselli, N. E. and Feldman, A. W., 1951: Dutch elm disease in young elm seedlings. — *Phytopath.* **41**, 46–51.
- Coombe, B. G., 1954: Last season's experience with PCPA on currants. — *J. Dept. Agric. S. Aust.* **58**, 126–127. — *Abs.: Rev. Appl. Myc.* **34**, 277, 1955.
- Crowdy, S. H. and Wain, R. L., 1950: Aryloxyaliphatic acids as systemic fungicides. — *Nature* **165**, 937–938.
- Cunningham, H. S., 1953: A histological study of the influence of sprout inhibitors on *Fusarium* infection of potato tubers. — *Phytopath.* **43**, 95–98.
- Davis, David and Dimond, A. E., 1952: Altering resistance to disease with synthetic organic chemicals. — *Phytopath.* **42**, 563–567.
- and Dimond, A. E., 1953: Inducing disease resistance with plant growth regulators. — *Phytopath.* **43**, 137–140.
- Eaton, Frank M., 1930: The effect of boron on powdery mildew and spot blotch of barley. — *Phytopath.* **20**, 967–972.
- Feldman, A. W. and Caroselli, N. E., 1951: Soil and tree acidity in relation to susceptibility to Dutch elm disease. — *Phytopath.* **41**, 12.
- Foster, R. E. and Walker, J. C., 1947: Predisposition of tomato to *Fusarium* wilt. — *Journ. Agr. Res.* **74**, 165–185.
- Fromme, F. D., 1913: The culture of cereal rusts in the greenhouse. — *Bul. Torrey Bot. Club* **40**, 501–521.
- Gauch, H. G. and Dugger jr., W. M., 1954: The physiological action of boron in higher plants: a review and interpretation. — *Maryland Agr. Exp. Sta. Bul.* A-80, 1–43.
- Greulach, Victor A., 1951: The effect of maleic hydrazide on tomato plants in relation to their age at the time of treatment. — *Plant Physiology* **26**, 848–852.
- Horsfall, J. G. and Heuberger, J. W., 1942: Causes, effects and control of defoliation on tomatoes. — *Conn. Agr. Exp. Sta. Bul.* **456**, 183–223.
- Hsia, Yu-Tien and Christensen, J. J., 1951: Effect of 2,4-D on seedling blight of wheat caused by *Helminthosporium sativum*. — *Phytopath.* **41**, 1011–1020.
- Ibrahim, I. A., 1951: Effect of 2,4-D on stem-rust development in oats. — *Phytopath.* **41**, 951–953.
- Kalyanasundaram, R., 1954: Soil conditions and roots diseases. XII. The role of zinc and manganese in altering host metabolism. — *J. Indian bot. Soc.* **33**, 197–202. — *Abs.: Rev. Appl. Myc.* **34**, 319, 1955.
- Keyworth, W. G. and Dimond, A. E., 1952: Root injury as a factor in assessment of chemotherapeutants. — *Phytopath.* **42**, 311–315.
- Koba, S., 1953: Patho-physiologic studies on the damping-off of cultivated plants. Relation between the age of the cotton seedling and the *Fusarium* root rot. — *Ann. Phytopath. Soc. Japan* **18**, 1–4. — *Abs.: Rev. Appl. Myc.* **35**, 14, 1956.
- Litzenberger, S. C., 1949: Nature of susceptibility to *Helminthosporium victoriae* and resistance to *Puccinia coronata* in Victoria oats. — *Phytopath.* **39**, 300–318.
- Livingston, J. E., 1953: The control of leaf and stem rust of wheat with chemotherapeutants. — *Phytopath.* **43**, 496–498.
- Mains, E. B., 1917: The relation of some rusts to the physiology of their hosts. — *Amer. Jour. Bot.* **4**, 179–220.
- McClellan, W. D. and Stuart, N. W., 1947: The influence of nutrition on *Fusarium* basal rot of narcissus and on *Fusarium* yellows of gladiolus. — *Amer. Jour. Bot.* **34**, 88–93.
- McIlrath, W. J., 1950: Response of the cotton plant to maleic hydrazide. — *Amer. Journ. Bot.* **37**, 816–819.
- Meehan, Frances C. and Murphy, H. C., 1947: Differential phytotoxicity of metabolic by-products of *Helminthosporium victoriae*. — *Science* **106**, 270–271.
- Miller, H. J., 1952: A method of obtaining a high incidence of powdery mildew on snap beans in the greenhouse for fungicide screening tests. — *Phytopath.* **42**, 114.
- Moore, W. D. and Thomas, H. Rex, 1943: Some cultural practices that influence the development of *Alternaria solani* on tomato seedlings. — *Phytopath.* **33**, 1176–1184.

- Mostafa, M. A. and Gayed, S. K., 1956: Effect of herbicide 2,4-D on bean chocolate-spot disease. — *Nature* **178**, 502.
- Naylor, Aubrey W., 1951: Accumulation of sucrose in maize following treatment with maleic hydrazide. — *Arch. Biochem. and Biophys.* **33**, 340–342.
- O'Brien, George and Bornmann, Adelaide, 1952: Fungicidal properties of maleic hydrazide (unpublished report) (Naugatuck Chemical Division, U. S. Rubber Co., Bethany, Conn.). — In Zukel, J. W. Literature summary on maleic hydrazide, U. S. Rubber Co., MHIS No. 6, page 19.
- Payne, M. G. and Fults, J. L., 1955: The effect of maleic hydrazide and 2,4-D on reducing sugars and sucrose of Red McClure potatoes. — *Amer. Pot. Jour.* **32**, 144–149.
- Roberts, F. M., 1944: Factors influencing infection of the tomato by *Verticillium albo-atrum*. II. — *Ann. Appl. Biol.* **31**, 191–193.
- Rowell, John B., 1953: Leaf blight of tomato and potato plants. — *R. I. Agr. Exp. Sta. Bul.* **320**, 1–29.
- Smith, Frederick G., 1948: The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the respiratory metabolism of bean stem tissue. — *Plant Physiol.* **23**, 70–83.
- Smith, Frederick G., Hamner, Charles L. and Carlson, Robert F., 1947: Changes in food reserves and respiratory capacity of bindweed tissues accompanying herbicidal action of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. — *Plant. Physiol.* **22**, 58–65.
- Trelease, S. F. and Trelease, Helen F., 1929: Susceptibility of wheat to mildew as influenced by carbohydrate supply. — *Bul. Torrey Bot. Club* **56**, 65–92.
- Waggoner, Paul E., 1956: Chemotherapy of *Verticillium* wilt of potatoes in Connecticut 1955. — *Amer. Pot. Jour.* **33**, 223–225.
- — and Dimond, A. E., 1952: Effect of stunting agents, *Fusarium lycopersici* and maleic hydrazide, upon phosphorus distribution in tomato. — *Phytopath.* **42**, 22.
- — and Dimond, A. E., 1957: Altering disease resistance with ionizing radiation and growth substances. — *Phytopath.* **47**, 125–130.
- Yarwood, Cecil E., 1934: The comparative behavior of four cloverleaf parasites on excised leaves. — *Phytopath.* **24**, 797–806.
- — 1938: The effect of boron nutrition on the susceptibility of some plants to powdery mildew. — *Phytopath.* **28**, 22.
- Zentmyer, G. A., Horsfall, J. G. and Wallace, P. P., 1946: Dutch elm disease and its chemotherapy. — *Conn. Agric. Exp. Sta. Bul.* **498**, 1–70.

Über die parasitogenen und toxigenen Veränderungen der Atmungsintensität bei Tomaten¹⁾

Von Stephi Naef-Roth

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich)

Mit 1 Abbildung

Als charakteristisches Merkmal der Inkubation kann bei vielen Pflanzenkrankheiten neben erhöhter Temperatur und vermehrter CO₂-Abgabe eine Intensivierung der Atmung der erkrankten Gewebe und ihrer Umgebung festgestellt werden, die nach dem Auftreten der ersten Krankheitssymptome wieder abklingt. So wird bei Klee die Atmungsintensität durch Mehltau- und Rostinfektionen in den ersten Tagen der Erkrankung wesentlich gesteigert (Yarwood 1934). Dieselbe Reaktion auf Mehltauinfektionen finden Allen und Goddard (1938), sowie Király und Farkas (1955) bei Weizen, ferner

¹⁾ Die vorliegende Arbeit wurde durch den schweizerischen Nationalfonds zur Förderung wissenschaftlicher Forschung unterstützt; ich möchte den zuständigen Behörden auch hier meinen Dank wiederholen.

Millerd und Scott (1956) bei Gerste. In gleicher Weise wird die Atmung von Tabak nach Infektion durch *Phytophthora parasitica* (Wolf und Schramm 1954) und von *Ipomoea* nach dem Befall durch *Ceratostomella fimbriata* (Uritani, Akazawa und Uritani 1954) erhöht. Auch nach Virusinfektionen findet sich eine Intensivierung der Atmung, so z. B. bei Zuckerrüben (Löhr und Müller 1952) und beim Tabakmosaik (Glasstone 1942, Wynd 1943, Owen 1956).

In den meisten Fällen erstreckt sich die Atmungssteigerung auch auf die vom Parasiten nicht invadierten Wirtsgewebe, so daß die Stimulierung der Stoffwechselvorgänge im Wirt sich durch die Wirkung der Stoffwechselprodukte des Parasiten erklären läßt. Daher wird in den vorliegenden Untersuchungen der Einfluß des Parasiten auf die Blattatmung der Tomate im Verlauf der Erkrankung mit dem Einfluß seiner Toxine auf die Blattatmung gesunder Pflanzen verglichen.

1. Die parasitogene Veränderung der Atmungsintensität

Tomaten der Sorte Bonnie Best wurden mit *Fusarium lycopersici* Sacc. infiziert. Von je 7 infizierten Pflanzen und 7 Kontrollen wurde das jüngste Blatt (3–4 cm lang; Trockengewicht 12–17 mg) entfernt und sein Sauerstoffverbrauch nach der manometrischen Methode von Warburg bei 30° C im Dunkeln gemessen. Der Blattstiel wurde im Einsatz des Warburggefäßes von destilliertem Wasser umspült. Zur Adsorption der Kohlensäure wurde 20%ige Kalilauge in den Hauptraum gegeben. Der Sauerstoffverbrauch wurde über 6 Stunden gemessen und als Mittelwert pro Stunde auf 1mg Trockensubstanz bezogen. Der Mittelwert des O₂-Verbrauches für die Kontrollen lag zwischen 3,5 und 4,5 mm³ O₂/h/mg. Dabei ergaben sich mit fortschreitender Erkrankung die Werte der Tabelle 1.

Tabelle 1. Die Blattatmung von Tomatenpflanzen nach Infektion durch *Fusarium lycopersici*

Tage nach Infektion	O ₂ -Verbrauch (Kontrolle = 100)	Makroskopisch erkennbare Krankheitssymptome
2	115	keine
4	126	keine
6	92	keine
8	94	Spitzennekrosen an unteren Blättern
10	91	Nekrosen an unteren Blättern
13	80	unterstes Blatt am Vergilben, Stengelbräunung
15	75	Spitzennekrosen an allen Blättern
17	65	untere Blätter vergilbt; alle Blätter mit deutlichen Nekrosen

Während der Inkubationsphase, 2 und 4 Tage nach Infektionsbeginn, ist die Atmung des obersten Blattes deutlich erhöht (115 und 126% der Kontrollen). Vom 6. Tag an beginnen die Werte zu sinken; nach 8 Tagen sind die ersten Schädigungen makroskopisch erkennbar. Die Pflanze reagiert also auf die Infektion durch *F. lycopersici* Sacc. anfänglich durch intensivere Blattatmung. Das Wirtsgewebe scheint durch die Stoffwechselprodukte des Parasiten bei Beginn der Pilzinvasion stimuliert zu werden. Im weiteren Verlauf der Erkrankung wirken sich jedoch diese Stoffwechselprodukte schädigend aus, und die Atmung der vom Pilz nicht invadierten, doch deutlich

geschädigten Testblätter bleibt hinter den Kontrollen zurück. Zu gleichen Ergebnissen gelangen Collins und Scheffer (1957), indem sie bei Blattscheiben von mit *F. lycopersici* infizierten Tomatenpflanzen vom zweiten Tag nach der Infektion an bis zum Auftreten sichtbarer Krankheitssymptome eine Erhöhung der Atmung feststellten.

2. Die toxische Veränderung der Atmungsintensität

Da sich die Atmung in den vom Pilz nicht besiedelten Blattgeweben einer infizierten Tomatenpflanze im Verlaufe der Erkrankung in der beschriebenen Art und Weise verschiebt, liegt die Frage nahe, wie sich die Toxine des Pilzes auf die Blattatmung des Wirtes auswirken. Aus den Kulturfiltraten von *Fusarium lycopersici* Sacc. konnten bis dahin 2 Toxine in reiner Form isoliert werden (Gäumann 1957): das Lycomarasmin, ein Dipeptid der Bruttoformel $C_9H_{15}O_7N_3$, das hauptsächlich als Eisenkomplex für Tomaten äußerst giftig ist (Gäumann, Naef-Roth und Kern 1955) und als zweites Welketoxin die Fusarinsäure, 5n-Butyl-Picolinsäure, mit der Bruttoformel $C_{10}H_{13}O_2N$, die auch in vivo in erkrankten Baumwoll- und Tomatenpflanzen nachgewiesen wurde. Um die Wirkung dieser Toxine auf die Blattatmung von Tomaten zu untersuchen, wurden gesunde Tomatenblätter nach der gleichen Methode auf ihren O_2 -Verbrauch hin geprüft, indem ihre Stiele anstatt von destilliertem Wasser von einer 10^{-2} molaren Toxinlösung umspült wurden. In dieser Versuchsanordnung nimmt das Tomatenblatt in den ersten 6 Stunden etwa 150 mg Toxin je Kilogramm Frischgewicht auf, was derjenigen Giftosis entspricht, die im Welketest eine nach 48 Stunden bonitierbare minimale Schädigung auszulösen vermag. In der hier berücksichtigten Versuchszeit werden jedoch keine Symptome manifest.

In die Versuche mit Lycomarasmin wurde auch der zehnmal giftigere Lycomarasmin-Eisen-Komplex, sowie als Modellsubstanz das Komplexon III und sein aequimolarer Eisenkomplex (Gäumann, Naef-Roth und Kern 1955) einbezogen. Die Resultate sind in Tabelle 2 aufgeführt (Mittelwerte aus 5–8 Versuchen mit je 7 Blättern).

Tabelle 2. Die Atmung von Tomatenblättern unter der Wirkung von Lycomarasmin und Komplexon III, sowie ihrer Eisenkomplexe

Geprüfte Substanz	O_2 -Verbrauch $\pm s$ (Kontrolle = 100) nach 2 und 3 Stunden	
	2 Stunden	3 Stunden
Lycomarasmin	105 \pm 11	112 \pm 10
Komplexon III	98 \pm 5	112 \pm 8
Eisenlycomarasmin	164 \pm 16	236 \pm 27
Eisenkomplexon III	129 \pm 13	160 \pm 29

Lycomarasmin und Komplexon III beeinflussen 2 Stunden nach dem Beginn der Giftaufnahme die Blattatmung nicht. Nach 3 Stunden tritt eine allerdings geringe Erhöhung des O_2 -Verbrauches ein. Dagegen induzieren beide Eisenkomplexe schon nach 2 Stunden eine Atmungssteigerung auf 164 bzw. 129% und die in der dritten Stunde nach Versuchsbeginn gefundenen Werte betragen 236 bzw. 160% der jeweiligen Kontrolle.

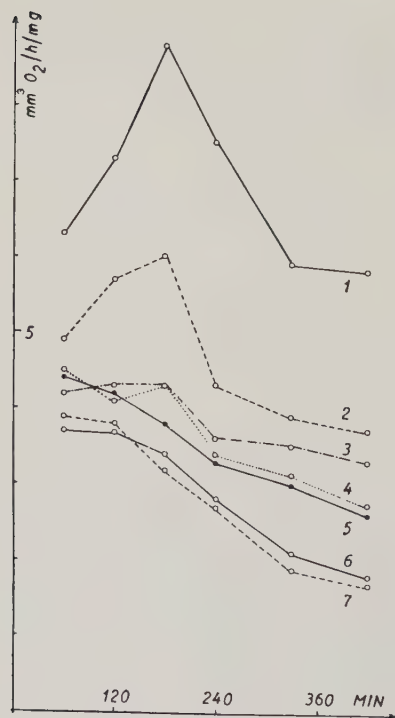
Lycomarasmin vermag also für sich allein die Blattatmung nur unwesentlich zu erhöhen, während es als Eisenchelat eine Atmungssteigerung auf nahezu

das 2,5fache der Kontrolle bewirkt. Das Toxin bringt als Träger Eisen ins Blattgewebe, wo durch das im Überschuß zur Verfügung stehende Schwermetall die Sauerstoffaufnahme katalysiert wird. Wie im Welketest verhält sich auch in dieser Beziehung das Komplexon III gleich wie das Welketoxin, indem erst der aequimolare Eisenkomplex eine Intensivierung des O_2 -Verbrauches auslöst.

Die Versuche mit Fusarinsäure, und mit der homologen Picolinsäure als Modellschubstanz, die sich in ihrer biologischen Wirkung ähnlich verhält, ergaben ein anderes Bild. In der gleichen Versuchsanordnung wirken beide Säuren deutlich hemmend auf die Atmung des Tomatenblattes ein, wie aus Tabelle 3 hervorgeht.

Tabelle 3. Die Atmung von Tomatenblättern unter der Wirkung von Fusarinsäure und Picolinsäure

Geprüfte Substanz	O_2 -Verbrauch (Kontrolle = 100) nach 5 und 7 Stunden	
	5	7
Fusarinsäure	84	61
Picolinsäure	81	60



Dieses Resultat war zu erwarten, da die beiden Stoffe auch die Atmung von infiltrierten, in der Lösung schwimmenden Tomatenblattschnitzeln und die O_2 -Aufnahme sowie die CO_2 -Abgabe von Hefe zu hemmen vermögen (Naef-Roth und Reusser 1954; Reusser und Naef-Roth 1956).

Der Verlauf der Blattatmung in den ersten 7 Stunden nach der Vergiftung ist in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Der Kurvenverlauf zeigt die starke Erhöhung des O_2 -Verbrauches durch Eisenlycomarasin, die auch 7 Stunden nach der Vergiftung noch anhält. Die Erhöhung des O_2 -Verbrauches durch den Kom-

Abb. 1. Die toxische Verschiebung der Atmungsintensität von Tomatenblättern. Abszisse: Dauer der Toxineinwirkung in Minuten. Ordinate: O_2 -Verbrauch in $mm^3/h/mg$ Trockensubstanz. 1 = aequimolares Eisenlycomarasin; 2 = aequimolares Eisenkomplexon III; 3 = Komplexon III; 4 = Lycomarasin; 5 = Kontrolle; 6 = Fusarinsäure; 7 = Picolinsäure.

plexon III-Eisen-Komplex ist weniger ausgeprägt und beginnt nach 4 Stunden abzuklingen. Die Kurven von Lycomarasmin und Komplexon III verlaufen nur wenig über derjenigen der Kontrollen, wogegen Fusarinsäure und Picolinsäure die O_2 -Aufnahme pro Milligramm Blattrocks substanz mit zunehmender Einwirkungszeit immer stärker absinken lassen.

Diskussion

Die Zunahme der Atmungsintensität erkrankter Pflanzen in der ersten Phase nach dem Befall durch einen Parasiten, die auch bei den durch *F. lycopersici* infizierten Tomaten auftritt, wurde schon mehrfach zu erklären versucht. So nehmen Akazawa und Uritani (1955) an, daß das Plasma der nicht invadierten Wirtszellen durch die Wirkung des Parasiten zur Synthese von organischen Phosphaten angeregt, so die Adenosinphosphat-Reaktion beschleunigt und damit die Atmung erhöht wird. Allen (1953) vermutet, daß diese Stimulierung durch die Wirkung der Toxine des Parasiten zustande kommt. Denn es konnte gezeigt werden, daß verschiedene Toxine wie z. B. Gramicidin und Aureomycin eine Wirkung auf die oxydative Phosphorylierung ausüben. Auch wird durch die Verabreichung von Myzelextrakten und Kulturfiltraten von *Gibberella Saubinetii* eine Erhöhung der Atmung in Kartoffelgeweben induziert, die der Erhöhung der Atmung in erkranktem Gewebe entspricht (Heltinga 1942).

Im Falle der Welkekrankheit der Tomaten ist festzustellen, daß keines der beiden bisher isolierten Toxine, weder Lycomarasmin noch Fusarinsäure, eine Intensivierung der Blattatmung bewirkt. Hingegen geschieht dies in hohem Maße durch den Eisenkomplex des Lycomarasmins. Daher könnte man sich vorstellen, daß die Atmungssteigerung während der Inkubation insofern durch das Lycomarasmin bedingt ist, als das Toxin in der Frühphase der Infektion in den Wurzeln gebildet wird, aus Wurzeln und Stengeln das verfügbare Eisen komplex bindet und es in geringen Mengen in die Blattgewebe transportiert, wo dadurch die Atmungsvorgänge stimuliert werden. Aus Versuchen von Kern und Kluepfel (1956) ist zu entnehmen, daß bei einer Infektion mit radioaktiv markiertem Myzel schon nach 36 Stunden radioaktive Stoffwechselprodukte im Blattwerk der infizierten Tomatenpflanze nachzuweisen sind. Ferner ist in Kulturversuchen in vitro Lycomarasmin nach 7 Tagen im Myzel und Fusarinsäure nach etwa 10 Tagen im Kulturfiltrat von *F. lycopersici* Sacc. nachzuweisen.

Im darauffolgenden Stadium der Erkrankung, in welchem die Atmungsintensität absinkt, würde nach dieser Hypothese die Wirkung des Lycomarasmins durch die gegenläufige Wirkung der Fusarinsäure, die die O_2 -Aufnahme des Blattgewebes hemmend beeinflusst, überlagert. Um diese Fragen zu klären, müssen jedoch weitere Untersuchungen zeigen, wo und wie die beiden Toxine in die Stoffwechselvorgänge eingreifen. Paquin und Waygood (1955) zeigen, daß beide Toxine, allerdings in sehr hohen Konzentrationen, die Aktivität der Bernsteinsäuredehydrogenase und der Cytochromoxydase von Tomatenmitochondrien hemmen. Doch geht aus ihrer Arbeit nicht hervor, wie sich der Lycomarasmin-Eisen-Komplex verhält. Im weiteren muß untersucht werden, ob sich die Atmung der erkrankten Pflanze auch in qualitativer Hinsicht verändert, wie dies z. B. Király und Farkas (1955) sowie Samborski und Shaw (1956) bei erkranktem Weizen vermuten.

Summary

In infection of tomatoes with *Fusarium lycopersici* Sacc., the leaf respiration is initially raised and then inhibited. Among the toxins of the parasite, lycomarasmine in a complex with iron causes a definite increase in the leaf respiration, while fusaric acid has the opposite effect. It is possible that the above effect on the intensity of respiration during the disease may be due to the action of the toxins of the parasite.

Literatur

- Akazawa, T. and Uritani, J.: Respiratory increase and phosphorus and nitrogen metabolism in sweet potato infected with black rot. — *Nature* **176**, 1071–1072, 1955.
- Allen, P. J.: Toxins and tissue respiration. — *Phytopath.* **43**, 221–229, 1953. — — — and Goddard, D. R.: A respiratory study of powdery mildew of wheat. — *Amer. J. Bot.* **25**, 613–620, 1938.
- Collins, R. P. and Scheffer, R. P.: Systemic factors in *Fusarium* wilt of tomato. — *Phytopath.* **47**, 6, 1957.
- Gäumann, E.: Über Fusarinsäure als Welketoxin. — *Phytopath. Z.* **29**, 1–44, 1957.
- — Naef-Roth, St. und Kern, H.: Über die chelierende Wirkung einiger Welketoxine III. Die Verschiebung der Toxizität durch steigende Absättigung mit Eisenionen. — *Phytopath. Z.* **24**, 373–406, 1955.
- Glasstone, V. F. C.: Study of respiration in healthy and mosaic-infected tobacco plants. — *Plant. Physiol.* **17**, 267–277, 1942.
- Hellings, J. J. A.: Über den Einfluß von Substanzen, die von Pilzen gebildet werden, auf die Atmung des Kartoffelknollengewebes. — *Rec. Trav. Bot. Néerl.* **38**, 151–286, 1942.
- Kern, H. und Kluepfel, D.: Die Bildung von Fusarinsäure durch *Fusarium lycopersici* in vivo. — *Exper.* **XII**, 181, 1956.
- Király, Z. und Farkas, G. L.: Über die parasitogen induzierte Atmungssteigerung beim Weizen. — *Naturwiss.* **42**, 213–214, 1955.
- Löhr, E. und Müller, D.: Die Respiration von gesunden und viruskranken Zuckerrüben. — *Physiol. Plant.* **5**, 218–220, 1952.
- Naef-Roth, St. und Reusser, P.: Über die Wirkung der Fusarinsäure auf den Gaswechsel von Tomatenblattgewebe. — *Phytopath. Z.* **22**, 281–287, 1954.
- *Miller, A. and Scott, K.: Host pathogen relation in powdery mildew of barley: II. Changes in respiration pattern. — *Austr. J. Biol. Sci.* **9**, 37–44, 1956. — (Ref. Biol. Abstr. 31 (1), 2632, 1957.)
- Owen, P. C.: The effect of infection with tobacco mosaic virus on the respiration of tobacco leaves of varying ages in the period between inoculation and systemic infection. — *Ann. Appl. Biol.* **44**, 227–230, 1956.
- Paquin, R. and Waygood, E. R.: Comm. 6. Ann. Research Conference on Plant Physiology, Ottawa. Nov. 1955.
- Reusser, P. und Naef-Roth, St.: Über den Einfluß der Fusarinsäure auf den Gaswechsel von *Saccharomyces cerevisiae* Hans. — *Phytopath. Z.* **26**, 273–296, 1956.
- Samborski, D. J. and Shaw, M.: The physiology of host-pathogen relations II. The effect of *Puccinia graminis tritici* Erikss. and Henn. on the respiration of the first leaf of resistant and susceptible species of wheat. — *Can. J. Bot.* **34**, 610–619, 1956.
- Uritani, I., Akazawa, T. and Uritani, M.: Increase of respiratory rate in sweet potato tissue infected with black rot. — *Nature* **174**, 1060, 1954.
- Wolf, F. T. and Schramm, R. J.: Respiration of tobacco black shank tissues. — *J. Mitchell Soc.* **70**, 261–264, 1954.
- Wynd, F. L.: Respiration of mosaic-infected tobacco plants. — *Plant. Physiol.* **18**, 90–98, 1943.
- Yarwood, C. E.: Effect of mildew and rust infection on dry weight and respiration of excised clover leaflets. — *Journ. Agr. Res.* **49**, 549–558, 1934.

Die Bedeutung allelopathischer Erscheinungen in der Pflanzenpathologie

Von Bernhard Rademacher

(Institut für Pflanzenschutz
der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim)

Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen spielt sich in zwei Formen ab: als Konkurrenz und durch allelopathische Einwirkungen.

Unter „Konkurrenz“ (competition, concurrence vitale) verstehen wir den Kampf um die (im wesentlichen abiotischen) Wachstumsfaktoren, d. h. um Raum, Licht, Wasser, Nährstoffe usw. Wir unterscheiden die zwischenartliche Konkurrenz, etwa der Arten und Individuen innerhalb einer Pflanzengesellschaft, und die innerartliche der Individuen derselben Art untereinander im Reinbestand bzw. in der Monokultur. Die konkurrierenden Pflanzen beeinflussen sich gegenseitig zwar im allgemeinen negativ, doch ist eine gegenseitige Förderung in bestimmtem Rahmen durchaus gegeben. Unsere Kenntnisse über die Synökologie und Physiologie der Pflanzengesellschaften sind noch gering. Gesichert und auch für die Pathologie der Kulturpflanzen wichtig ist jedenfalls die Tatsache, daß viele Pflanzen sich unter dem Einfluß der Konkurrenz physiologisch anders verhalten als bei einzelem Stand (vgl. Ellenberg 1952 u. a.). Das umfangreiche Schrifttum über Fragen der Konkurrenz ist in neuerer Zeit zusammenfassend betrachtet worden von Knapp (1954) und Rademacher (1957).

Die Arten sind für den Konkurrenzkampf sehr verschieden ausgerüstet. Manche sind sehr konkurrenzfähig (kampfkräftig), etwa durch Wuchstyp, Bewurzelungsart, starkes Aneignungsvermögen für Nährstoffe, Wuchsgeschwindigkeit oder auch „negative“ Eigenschaften wie Anspruchslosigkeit an Nährstoffe oder Wasser, Schatten- oder Temperaturltoleranz usw. Andere Arten besitzen keine hohe Durchsetzungsfähigkeit und sind wenig konkurrenzfähig. Jede Art ist in ihrem ökologischen Optimum am besten konkurrenzfähig, aber selbst da kann sie sich nur dann voll entfalten, wenn keine besser konkurrenzfähigen Arten mit gleichen ökologischen Ansprüchen vorhanden sind.

Neben der Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren kennen wir noch eine andere Form der wechselseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen, die nach dem Vorschlag Molischs (1937) als „Allelopathie“ bezeichnet wird. Wir verstehen darunter die gegenseitige Einwirkung durch Stoffwechselprodukte, die entweder aus der lebenden Pflanze austreten oder aus toter Pflanzensubstanz freiwerden. Soweit es sich dabei um Hemmstoffe handelt, hat Grümmer (1955) dafür den Namen „Koline“ vorgeschlagen. Es soll aber hier schon bemerkt werden, daß solche Einflüsse keineswegs nur negativer Natur sind, sondern daß auch Förderungen vorkommen können.

Bei der ganzen Frage der gegenseitigen Beeinflussung von Pflanzen untereinander muß man sich darüber klar sein, daß deren gesonderte Betrachtung für einzelne Pflanzengruppen unvollständig bleibt und daher nur aus methodischen Gesichtspunkten gerechtfertigt ist. Erst eine Gesamtbetrachtung unter Einschluß auch der Mikroorganismen und schließlich auch der tierischen Organismen würde dem vielfältigen Ineinandergreifen des Geschehens innerhalb einer natürlichen Biozönose

gerecht werden können. Vorläufig muß freilich noch sehr viel systematische Arbeit auf folgenden Teilgebieten geleistet werden:

Wirkung von	
Mikroorganismen auf Mikroorganismen	durch Antibiotika
Mikroorganismen auf höhere Pflanzen	durch Maraschine oder Welkstoffe (Gäumann 1946)
höheren Pflanzen auf Mikroorganismen	durch Phytonzide (Waksman 1937)
höheren Pflanzen auf höhere Pflanzen	durch Koline (Grümmer 1955) oder umfassender vielleicht „Allelopathika“.

Neben der Allelopathie im eigentlichen Sinne, der wechselseitigen Beeinflussung verschiedener Pflanzen bzw. Pflanzenarten untereinander spielt auch die Selbstbeeinflussung innerhalb der Art, ja sogar beim einzelnen Individuum, eine nicht unbedeutende Rolle. Man müßte sie als „Auto-pathie“ bezeichnen. Sie kommt verhältnismäßig häufig vor bei der Keimungssteuerung durch Samenausscheidungen, bei der Einstellung der Wurzelsphäre (etwa pH-Einstellung) sowie schließlich im gesamten, noch dunklen Komplex der Selbstverträglichkeit/Selbstunverträglichkeit (Autotoleranz/Autointoleranz).

Eine Einwirkung braucht nicht immer den Partner in seiner Gesamtheit zu treffen. Vielmehr kommen auch zeitlich (z. B. auf die Keimung) oder auf einzelne Organe (Blüten, Pollen, Früchte usw.) und deren Funktionen beschränkte Einwirkungen vor.

Zusammenfassende Darstellungen über allelopathische Einwirkungen liegen vor von Molisch (1937, vorzugsweise über Äthylen), Bonner (1950), Grümmer (1953, 1955), Knapp (1954, mehr nach der Seite der experimentellen Pflanzensoziologie) und Rademacher (1957).

Derartige Wirkungen von Pflanze zu Pflanze sind nur möglich, wenn aus höheren Pflanzen oder ihren Resten auf einen Partner wirksame organische Substanzen austreten bzw. freiwerden, und wenn die höhere Pflanze in der Lage ist, solche organische Stoffe aufzunehmen. Die Abgabe organischer Stoffe aus höheren Pflanzen und erst recht natürlich aus toter Pflanzensubstanz ist wohl nie bestritten worden. Dagegen ist die Frage der Aufnahme organischer Stoffe durch die höhere Pflanze Gegenstand langer und wechselvoller Auseinandersetzungen auf wissenschaftlicher und anderer Ebene gewesen und ist es zum Teil heute noch.

Albrecht Thaer (1811) schrieb in seinem klassischen Werk „Grundsätze der rationellen Landwirthschaft“: „Obwohl uns die Natur verschiedene organische Materien darbietet, wodurch die Vegetation entweder mittelst eines Reizes, den sie der Lebensthätigkeit geben, oder mittelst ihrer zersetzenden Wirkung auf den Moder belebt und verstärkt werden kann, so ist es doch eigentlich nur der thierisch-vegetabilische Dünger oder jener im gerechten Zustande der Zersetzbarkeit befindliche Moder (Humus), welcher den Pflanzen den wesentlichsten und nothwendigen Theil ihrer Nahrung giebt...“. Diese „Humustheorie“ wurde von Thaers Schülern noch lange gegen die „Mineralstofftheorie“ verteidigt, welche Justus von Liebig unter Zusammenfassung der Untersuchungen seiner Vorgänger, so de Saussures und vor allem Sprengels (1837, 1839) und eigener Forschungen aufstellte. Dabei spielte auch die Frage, ob die Pflanzen organische Stoffe aufnehmen könnten, eine große Rolle. Die Aufnahme von natürlichen Farbstoffen, „Huminsäure“ in

geringsten Mengen, Leucin, Tyrosin und anderen einfachen organischen Verbindungen wurde damals schon nachgewiesen (Literatur siehe bei Kraft u. Mitarb. 1880). Dagegen konnte eine Rolle derartiger Stoffe in der Ernährung der höheren Pflanze nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Unter dem beherrschenden Einfluß der Mineralstofflehre traten diese Forschungen für Jahrzehnte ganz in den Hintergrund. Heute hat es den Anschein, daß zwar für die Ernährung der Pflanze die Mineralstoffe absolut prävalieren, für die Gesamtheit des Stoffwechsels oder für einzelne Funktionen desselben jedoch auch aufgenommene organische Substanzen Bedeutung gewinnen können, so daß A. Thaer nicht völlig unrecht hatte.

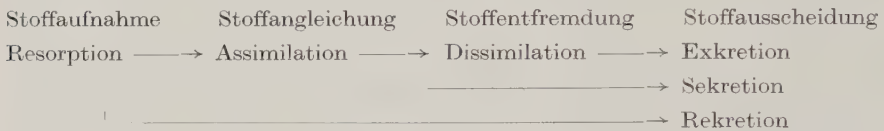
Nachdem die von Schoeller und Goebel (1931–1935) wahrscheinlich gemachte und von Scharrer und Schropp (1934) sowie von Nehring (1935) nachgeprüfte Aufnahme des Follikelhormons und anderer tierischer Hormone durch Pflanzen nicht weiter verfolgt worden war, erhielt die Erforschung der Aufnahme organischer Verbindungen durch die höhere Pflanze entscheidenden Auftrieb erst durch die Anwendung von (insbesondere systemischen) Pflanzenschutzmitteln, Herbiziden, Wuchsstoffen und Antibioticis. Dies war insbesondere deshalb möglich, weil hier erstmals die Möglichkeit bestand, auch geringste Mengen organischer Stoffe in der Pflanze auf dem Wege des biologischen Tests nachzuweisen, was mit chemischen Methoden nicht ohne weiteres durchzuführen ist. Dazu treten heute Nachweismethoden mit radioaktiven Stoffen. Es wurden unter anderem Aufnahme und Transport in der höheren Pflanze nachgewiesen für Cyanamid (Rademacher 1951, Latzko und Amberger 1952, Arenz und Schröppel 1952, Fuchs und Kunz 1954), Herbizide auf Wuchsstoffbasis sowie andere translokale Herbizide (Zusammenstellung bei Robbins, Crafts und Raynor 1953), sowie für zahlreiche weitere Stoffe mit Wuchs- und Hemmstoffcharakter (Thornton u. Mitarb. 1946, Linser 1954, Fischnich 1955), HCH (Ehrenhardt 1954 und viele andere Beobachter), Phosphorsäureester (Froberger 1949, Unterstenhöfer 1950, 1953), vor allem aber Antibiotika (Winter und Willeke 1951a und b, Blanchard und Diller 1951, Brian u. Mitarb. 1951, Scheffer und Kloke 1954). Die Erkenntnis, daß auch organische Stoffe von hohem Molekulargewicht (z. B. Streptomycin Mol.Gew. 561, Winter und Willeke 1951) in die lebende Pflanze eintreten und dort wirksam werden können, ist von außerordentlicher Bedeutung. Denn es spricht nichts gegen die Annahme, daß bei dem Elekionsvermögen der Pflanze (= durch das Ausschließungsvermögen beschränktes Wahlvermögen nach Frey-Wyssling 1945) auch zahlreiche andere organische Verbindungen in die Pflanze eintreten, wo wir sie nur wegen mangelnder Testmethoden nicht nachweisen können. Hierbei ist wichtig, daß der Eintritt solcher Stoffe nicht nur über die Wurzeln, sondern auch über den Sproßteil der Pflanze erfolgen kann. Über den Mechanismus der Aufnahme nichtdissoziierter Verbindungen ist noch kaum etwas bekannt, doch sei (neben Spezialfällen wie den carnivoren Pflanzen) auf die Feststellung Wents (1948) hingewiesen, daß z. B. Zucker durch die intakte Epidermis (nicht Stomata!) von Blättern aufgenommen werden kann¹⁾.

Der Aufnahme von organischen Stoffen durch die höhere Pflanze steht auch eine Abgabe gegenüber. Sie ist in den wenigsten Fällen aktiver Natur (Ausscheidung), da den Pflanzen im Gegensatz zum tieri-

¹⁾ Siehe dazu neuerdings den Vortrag von W. Schumacher: „Über Ekto-desmen und Plasmodesmen“ am 12. 6. 1957 auf der Tagung der Deutschen Botan. Gesellschaft in Heidelberg.

schen Organismus eigentliche Ausscheidungsorgane — von Hydathoden und Nektarien abgesehen — fehlen. In den meisten Fällen handelt es sich vielmehr um Auswaschung oder sonst passiven Austritt, ja um einen Stoffverlust infolge eines Unvermögens der Pflanze, unter ungünstigen physiologischen Bedingungen den betreffenden Stoff „festzuhalten“ (Martin 1957). Für den Effekt der gegenseitigen Beeinflussung spielt die Art und Weise des Austritts naturgemäß keine Rolle.

Dafür sind die Fragen von um so größerem Interesse, welche Stoffe eliminiert werden, in welcher Quantität, und welche Wirkungen sie haben. Im allgemeinen handelt es sich um sehr geringe Mengen, doch kann, was besonders für den Pathologen interessant ist, die Eliminierung unter ungünstigen physiologischen Bedingungen (z. B. Wasser- oder Nahrungsmangel) sich auch erheblich steigern. Beispiele für eine solche ausgesprochene „Unbehaglichkeitsreaktion“ lieferten Katznelson u. Mitarb. (1955), Mothes (1956), Börner (1956b), Martin (1957) und Linskens (1955, bei Tomatenblättern unter der Einwirkung pilzlicher Welketoxine!). Die Stoffabgabe kann durch alle Teile der Pflanze vor sich gehen. Über den Werdegang der Stoffelimination stellt Frey-Wyssling (1935, 1945) folgendes Schema auf:



Die Stoffabgabe kann aus allen Teilen der Pflanze erfolgen. Es sei hier daran erinnert, daß auch der Austritt (Rekretion) von Nährstoffen durch Auswaschung mitunter ein beträchtlicher sein und zu Mangelschäden Veranlassung geben kann (Literatur siehe bei Rademacher 1957). Eine Zusammenstellung von Stoffen, deren Austritt aus der lebenden Pflanzewurzel bisher bekannt wurde (Aminosäuren und Zucker, Flavanon und Nukleotide, Trans-Zimtsäure, Skopoletin und verwandte Verbindungen, Fermente), bringt Rademacher (1957). Der Austritt von Stoffen aus der Wurzel kann indirekt auch aus der starken Ansammlung von Mikroorganismen in der Rhizosphäre sowie aus dem Richtungsreiz auf pflanzliche und tierische Parasiten (z. B. Nematoden) gefolgert werden. Bei den Blättern fand man entsprechend Aminosäuren, Alkaloide, Äthylen, ätherische Öle, Fermente sowie zahlreiche noch nicht definierte Verbindungen (Zusammenstellung bei Rademacher 1957). Die Elimination vieler dieser Verbindungen tritt bei bestimmtem Wetter stärker in Erscheinung, so beispielsweise die der ätherischen Öle bei Dürre und starker Sonneneinstrahlung („Aroma“ als „Produkt der Hemmungen“ nach Merckenschlager). Dazu tritt die unabsehbare Zahl flüchtiger Stoffe aus Blüten. Über die von Pollen sowie von Narben- und Griffelgewebe abgegebenen Stoffe hat Grümmer (1955) referiert.

Besonders zahlreiche, meist aber noch nicht genau definierte organische Stoffe sind aus Samen und Früchten bekannt geworden. Sie wirken meist als Keimhemmstoffe (Blastokoline) im eigenen Samen oder gegenüber Samen fremder Arten. Zusammenfassungen bestehen von Evenari (1949), Toole u. Mitarb. (1956) und besonders von Niemann (1952), der die bisher bekannten Blastokoline aufführt und in vielen eigenen Versuchen unter 13 Pflanzenfamilien die stärksten Hemmstoffe bei den Chenopodiaceen und Umbelliferen fand. Mit Hilfe der Papierchromatographie konnten in jüngster Zeit zahlreiche

Stoffe identifiziert werden (vgl. Börner 1955a u. b). Auffallenderweise ist die Stoffabgabe aus nicht mehr keimfähigen Samen meist größer als aus voll keimfähigen (Kugler 1955 und frühere Autoren). Sehr zahlreich sind auch die volatilen Substanzen, die aus Samen und besonders Früchten austreten, von denen das Äthylen seit den Untersuchungen Molischs (1937) und seiner Vorgänger (Denny 1924, Chace und Denny 1924, Gane 1934) das Bekannteste ist (Zusammenfassung bei Grümmer 1955). Eine wichtige Rolle in der Pathologie spielen auch die Ausscheidungen lagernder Früchte (Biale 1950, Pentzer und Heinze 1954).

Viel größere Mengen von organischen Substanzen, als sie die lebende Pflanze abgibt, werden nach deren Tode frei, beginnend mit der Auswaschung der oberirdischen Teile bis zur allmählichen Verrottung der ganzen Pflanze. Hier bestehen offensichtlich Unterschiede, die sich auch für die Pathologie der benachbarten oder nachfolgenden Pflanzen auswirken können, je nachdem, ob ein natürliches Absterben der Pflanze und ihrer Teile (z. B. Laubfall) oder gewaltsame Vernichtung vorliegt. In den meisten Fällen können die freiwerdenden Stoffe nur auf dem Wege über den Boden mit lebenden Pflanzen in Berührung kommen. Es ist daher damit zu rechnen, daß die ursprünglichen Inhaltsstoffe der lebenden Pflanze bis dahin starke Veränderungen erfahren haben können. Nach unseren bisherigen Kenntnissen ist als sicher anzunehmen, daß die aus toten Pflanzen verändert oder unverändert frei werdenden Stoffe für die gegenseitige Beeinflussung eine größere Rolle spielen als die aus der lebenden Pflanze austretenden Substanzen.

Wenden wir uns nun der Kernfrage zu, in welchem Umfange solche von einer Pflanze abgegebenen und von einer anderen aufnehmbaren Stoffe auch tatsächlich dort zu einer Wirkung kommen. Hierzu liegt zwar heute schon ein sehr großes Beobachtungsmaterial vor, aber erst eine kleine Anzahl belegter Fälle echter Allelopathie. Die Ursachen dafür sind vor allem in den großen methodischen Schwierigkeiten zu suchen, die sich hier ergeben. So ist im Freiland eine exakte Trennung allelopathischer Wirkungen von solchen der gewöhnlichen Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren kaum durchzuführen. Verlegt man aber die Untersuchungen ins Gewächshaus oder ins Laboratorium, so fehlen wiederum wichtige, unter Umständen integrierende Begleitumstände. So kann die Mikroorganismenwelt des Bodens in einem Falle eine Wirkung vereiteln (durch Abbau des betreffenden Stoffes), im anderen aber gerade hervorrufen (durch Umbau einer an sich wirkungslosen Substanz). Auch die physikalischen Kräfte des Bodens spielen eine große Rolle dabei, ob die meist in Spuren vorliegenden und in vitro als wirksam erkannten Substanzen im natürlichen Wurzelbereich der Pflanzen auch tatsächlich zur Wirkung kommen. Zudem ist das Schrifttum verwirrt durch unkritische oder aus bestimmten geistigen Haltungen herrührende Mitteilungen. Aus diesem Grund ist aber die Fortführung exakter Forschungsarbeit gerade auf diesem Gebiet von großer Bedeutung.

Unter nochmaligem Hinweis auf die jüngeren zusammenfassenden Darstellungen (Grümmer 1955, Knapp 1954, Rademacher 1957) müssen wir uns hier auf einen Überblick beschränken. An Nachweisen echter allelopathischer Einwirkungen sind zu nennen: Bonner und Galston (1944) konnten aus älteren Wurzeln des amerikanischen Halbwüstenstrauches *Parthenium argentatum* (Compositae) Trans-Zimtsäure als denjenigen Stoff isolieren, der sich gegen Keimlinge und Jungpflanzen der gleichen Art toxisch erwiesen hatte. Bode (1940) fand, daß Absinthiin aus den Blättern von *Artemisia absinthum*

stark hemmende Wirkung auf Keimlinge von *Foeniculum* und anderen Arten besitzt. Gray und Bonner (1948a und b) fanden in der nordamerikanischen Strauchkomposite *Encelia farinosa* das Kolin 3-Acetyl-6-Metoxybenzaldehyd als Ursache für die starke Hemmung anderer Pflanzen im Bereich des Strauches. Es ist bezeichnend und erklärlich, daß solche Beobachtungen vor allem von Wüstenpflanzen sowie bei Neubesiedlung extremer Standorte (Feeke 1936 u. a.) vorliegen. Grümmer (1956) konnte Blattausscheidungen von *Camelina*-Arten als stark toxisch für Lein nachweisen.

Den Pflanzenpathologen muß hier die Tatsache interessieren, daß die Einwirkung solcher Koline beim betreffenden Partner nicht allein eine quantitative Wachsminderung, sondern auch qualitative Veränderungen hervorrufen kann, wie Mahleke (1951) für *Lolium perenne* unter der Einwirkung von *Achillea millefolium* nachweisen konnte. Qualitative Veränderungen unter dem Einfluß von Nachbararten beobachteten auch Knapp und Linskens (1952, Blühwilligkeit bei Rotklee), Madaus (1937) und Steinegger (1950): Wirkstoffgehalt bei Heilpflanzen. Wir finden hier also Parallelen zu den möglichen qualitativen Veränderungen von Pflanzen durch bestimmte organische Pflanzenschutzmittel. Solche Einflüsse auf den Stoffwechsel könnten unter Umständen auch die Disposition gegenüber Parasitenbefall verändern.



Abb. 1. Nachlassen des Wuchses im Zentrum eines Klons von *Ranunculus repens* im 2. Blühjahr.
(Fot. Rademacher.)

trum von Klonen auf Erschöpfung der Nährstoffe oder auf Koline zurückgeht (vgl. *Ranunculus repens* in Abb. 1). Eingehende Untersuchungen über den ungünstigen Einfluß mancher Gesellschafter vor allem auf keimende Therophyten liegen von Guyot (1950–1954) sowie von Y. Becker u. Mitarb. (1950–1951) vor. Andererseits konnte Loos (1952) an Hunderten von Standorten keine auffallende und gesicherte Unverträglichkeit zwischen dem als Beispiel gewählten *Hypericum perforatum* und anderen Arten finden.

Auf die noch wenig geklärte Problematik des Mischpflanzenanbaues unter dem Gesichtspunkt der Allelopathie kann hier nicht näher eingegangen werden, ebenso nicht auf das besonders interessante Gebiet der Heil- und Gewürzpflanzen. Die dort bestehende umfangreiche Literatur ist

In großer Zahl liegen Beobachtungen über gegenseitige Einflüsse zwischen Angehörigen einer Pflanzengesellschaft vor, wenn es auch gerade hier in vielen Fällen sehr schwer ist, Konkurrenz und allelopathische Einflüsse zu trennen. So ist im Freiland nicht zu unterscheiden, ob die oft zu beobachtende (Cooper und Stoess 1931, Curtis und Cottham 1950 u. a.) Wachsminderung und schließlich Verkahlung im Zen-

vielfach nicht genügend kritisch, bietet aber zweifellos wertvolle Ansatzpunkte. Solche Ansätze bestehen auch auf dem nicht weniger wichtigen Gebiet des Zusammenlebens von Kulturpflanzen und Unkräutern. Hier sollte freilich — wie auch sonst überall — bei vermuteten Fällen von Allelopathie zunächst die Möglichkeit normaler Konkurrenz sorgfältig untersucht werden. Immerhin kennen wir schon jetzt einige Fälle verbürgter oder wahrscheinlicher Allelopathie (Grümmer 1956: *Camelina* und Lein, Osvald 1947: Quecke und verschiedene Kulturen, Osvald 1949: *Festuca rubra* und Kulturpflanzen, Mann und Barnes 1947: *Holcus mollis* gegen Gerste, Helgeson und Konzak 1950: *Cirsium arvense* und *Convolvulus arvensis* gegen Weizen und Lein, besondere Kampfkraft des Roggens Osvald 1949, vgl. dagegen Rademacher und Ozolins, u. a. m.).

Sehr zahlreiche Beobachtungen liegen über die Wirkungen der Keimhemmstoffe *in vitro* vor, doch ist zweifelhaft, ob ihnen im Boden eine große Bedeutung über den eigenen Samen hinaus zukommt. Noch zweifelhafter dürfte dies für die überaus zahlreichen flüchtigen Ausscheidungen aus Blüten, Blättern und Früchten sein.

Erhebliche Wirkungen dürften dagegen, wie oben schon angedeutet, von der verrottenden organischen Pflanzensubstanz im Boden ausgehen, allein schon wegen ihres oft großen Massenanteils. Die Arbeiten von Winter und Schönbeck (1953a und b, 1954) sowie Schönbeck (1956) über die Hemmwirkung von Kaltwasserauszügen aus Getreidestroh und -stoppeln und deren Wirksamkeit auch im natürlichen Boden haben die Bedeutung solcher Rückstände überzeugend dargetan. Börner (1955a und b, 1956a und b) konnte in solchen hemmenden Stroh- und Stoppelauszügen vier phenolische Substanzen (p-Oxyzimtsäure, p-Oxybenzoesäure, Ferula- und Vanillinsäure) identifizieren. Neben den aufschlußreichen Arbeiten von Bublitz (1953a und b) sowie von Winter und Bublitz (1953a und b) über die keimungsfeindliche Wirkung der Fichtenstreu liegen Arbeiten über die hemmende Wirkung von Laubstreudecken vor von Watt und Fraser (1933), Schenderetzkij (1952), Golomedowa (1952), Bautz (1953) und (zusammenfassend) von Knapp (1954). Auf dem Gebiet des Einflusses pflanzlicher Rückstände im Boden werden noch interessante Ergebnisse zu erwarten sein.

Im Zusammenhang hiermit kommen wir abschließend zu dem die Phytopathologie seit Jahrzehnten brennend interessierenden Komplex der „Bodenmüdigkeit“. Nach Ausscheidung aller sonstiger Ursachen (insbesondere Parasiten, Nährstoffverarmung usw.) bleibt ein Rest, der sich nach dem heutigen Stand der Forschung aller Wahrscheinlichkeit nach mit allelopathischen oder strenger genommen autopathischen Einwirkungen wird erklären lassen. Für den Lein konnte das Vorliegen autotoxischer Stoffe erwiesen werden (Börner und Rademacher 1957). Auch für Gurken und Kaffee liegen Beobachtungen über toxische Substanzen als Ursache der Müdigkeit vor (Reinhold 1935 bzw. Piéttre nach Guyot 1950).

Weitere Versuche müssen zeigen, wodurch sich selbstverträgliche (autotolerante) und selbstunverträgliche (autointolerante) Arten unterscheiden lassen. Bei der Bodenmüdigkeit im Obstbau läßt die derzeitige intensive Forschungstätigkeit eine baldige Lösung dieser wichtigen Frage erhoffen. Trotz Auffindung bisher unbekannter Parasiten (Nematoden) scheint die Beteiligung allelopathischer Einflüsse an dieser Form der Bodenmüdigkeit heute schon sicher zu sein. Nach den älteren Arbeiten in dieser Richtung

(Pickering an Apfel 1903, Proebsting und Gilmore an Pfirsich 1940) folgten neuere Arbeiten durch Martin (1948–1953) über die Müdigkeit bei *Citrus*, durch Koch (1955) und Patrick (1955) über die Pfirsichmüdigkeit sowie im deutschen Schrifttum von Kobernus (1951: Alkoholextraktion des Glykosids Phlorrhizin aus der Rinde von Apfelwurzeln), Fastabend (1954 a, b, c: Thermolabile, toxische Stoffe als Ursache der Obstbaummüdigkeit) und Schander (1956, Apfelmüdigkeit). Auch Schander kommt zu der Auffassung, daß die Ursache der von ihm beobachteten Apfelmüdigkeit nach sicherem Ausschluß von Parasitenbefall und Nährstoffmangel artspezifische, thermolabile, wasserlösliche, vielleicht durch Schwefelkohlenstoff und Chlorpikrin angreifbare Toxine sind. Das lange Andauern der „Müdigkeit“ erklärt er damit, daß die toxischen Stoffe unter Umständen erst allmählich aus den Wurzelresten im Boden frei werden, und daß deren Zersetzung außerdem noch von besonderen Bedingungen im Boden abhängig sein kann. Interessant sind die erwähnten Versuche Patricks (1955), der folgendes bei pfirsichmüden Böden fand: Die Hemmung nachgebauter Pfirsiche wurde durch Benzaldehyd hervorgerufen, welches durch mikrobiellen Abbau des reichlich in der Pfirsichwurzelrinde vorhandenen Glukosids Amygdalin entsteht. Sollten sich diese Untersuchungen bestätigen, so würde hier eine Synthese von „Toxin-“ und „Organistentheorie“ zur Erklärung der Bodenmüdigkeit vorliegen, die sich auch auf die Nematoden noch ausdehnen läßt (Schander 1956).

Schlußfolgerungen

1. Die Erkenntnis, daß auch komplizierte organische Stoffe von der höheren Pflanze sowohl abgegeben, wie aufgenommen werden und in der Pflanze zur Wirkung kommen können, ist von grundlegender Bedeutung für die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. Es spricht nichts gegen die Möglichkeit, daß außer den zahlreichen im biologischen Test nachgewiesenen Stoffen auch viele andere in die Pflanze eintreten und dort gegebenenfalls wirksam werden.
2. Soweit solche aus anderen Pflanzen oder aus Pflanzenresten im Boden stammende Substanzen in den Stoffwechsel eingreifen, können sie Veränderungen im Resistenzverhalten der Pflanze verursachen. Die „Disposition“ der Pflanze erscheint damit in einem neuen Licht.
3. Es wird notwendig sein, dem möglichen Eindringen von Pflanzenschutzmitteln auf organischer Basis in die Pflanze und ihren etwaigen Wirkungen dort noch mehr Beachtung als bisher zu schenken.
4. Wenn auch die Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren in erster Linie das Zusammenleben der höheren Pflanzen bestimmt, so können doch auch allelopathische Einflüsse bei der Gestaltung des Artenverhältnisses in natürlichen Gesellschaften wie auch bei Unkraut/Kulturpflanzengemeinschaften eine Rolle spielen.
5. Die einwirkenden Stoffmengen werden zwar immer sehr gering sein und, sofern überhaupt eine (günstige oder ungünstige) Wirkung gegeben ist, nur geringe Veränderungen verursachen. Doch gewinnt man bei Berücksichtigung des Zeitfaktors ein anderes Bild: Bei einer jährlichen Verminderung des Zuwachsfaktors der Art A durch die Art B würde sich das Mengenverhältnis A : B im Laufe von 100 Jahren — einer für natürliche Gesellschaften keineswegs ungewöhnlichen Zeit — von anfangs 100:100 auf 53:147 verschieben.

6. Eingehendere Studien über allelopathische Einflüsse werden geeignet sein, unsere Kenntnisse insbesondere auf dem Gebiete der Autopathie (Selbstverträglichkeit/Selbstunverträglichkeit = Autotoleranz/Autointoleranz) bzw. der Bodenmüdigkeit, aber auch der Fruchtfolgewardungen wesentlich zu fördern.
7. Die Allelopathie entwickelt sich demnach zu einer wichtigen Grund- und zugleich Hilfswissenschaft für die Pflanzenpathologie auf dem Teilgebiet der nichtparasitären Krankheitserscheinungen.

Conclusions

1. The observation that even complicated organic compounds may be excreted as well as absorbed by the plant and be of influence in it is of fundamental significance for the mutual influence of higher plants. There stands nothing against the possibility that besides the numerous substances proved in biological tests many others enter the plant and are effective under given circumstances.
2. Such substances originating from other plants or plant residues as far as they interfere with the metabolism can cause changes in the resistance of the plant. The „disposition“ of the plant appears with that in a new light.
3. It will be necessary to observe more closely than before the possible uptake of organic plant protection materials by the plant and their probable effect there.
4. Though competition for the factors of growth determines first of all the interaction of higher plants, mutual influences can play a part in shaping the relation of species in natural societies or in weed-crop associations.
5. The active quantities of a substance will always be very low and as far as there is any effect at all (favourable or adverse) cause only little changes. But the consideration of the time factor gives another view: If the factor for growth of species A is yearly diminished by species B, the quantitative relation of A : B would be changed from 100 : 100 to 53 : 147 after one hundred years — a space of time not unusual in plant associations.
6. More intensive studies of interaction of plants will be able to promote considerably our knowledge especially on the field of autopathy (selftolerance/selfintolerance) and soil sickness but also of the effect of crop rotation.
7. The study of mutual interference of higher plants develops therefore to an important fundamental and auxiliary science of plant pathology on the department of non parasitic diseases.

Literatur

- Arenz, B. und Schröppel, H.: Über die Auswirkung einer Cyanamidernährung von Kartoffelpflanzen auf den Besatz mit Kartoffelkäferlarven. — Z. f. Pfl.krankh. (Pfl.path.) u. Pfl.sch. **59**, 334–339 (1952).
- Bautz, E.: Einwirkung verschiedener Bodentypen und Bodenextrakte auf die Keimung von *Picea excelsa*. — Z. f. Bot. **41**, 41–84 (1953).
- Becker, Y., Guyot, L., Massenot, M. et Montegut, J.: Sur la présence d'excréments racinaires toxiques dans le sol de certains groupements végétaux spontanés. — C. R. Acad. Agric. France **36**, 689–697 (1950).
- — Guyot, L., Massenot, M. et Montegut, J.: Sur la présence d'excréments radiculaires toxiques dans le sol de la pelouse herbeuse à *Brachypodium pinnatum* du Nord de la France. — C. R. Acad. Sci. Paris **231**, 165–167 (1950).
- — et Guyot, L.: Sur une particularité fonctionnelle des exsudats racinaires de certains végétaux. — C. R. Acad. Sci. Paris **232**, 1585–1587 (1951).
- — et Guyot, L.: Sur les toxines racinaires des sols incultes. — C. R. Acad. Sci. Paris **232**, 105–107 (1951).
- — et Guyot, L.: Sur la présence d'excréments racinaires toxiques dans le sol de la pelouse herbeuse à *Brachypodium pinnatum* (Facis du *Xero-Brometum erecti*) du Nord de la France. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse **86**, 7–17 (1951).
- — Guyot, J. et Massenot, M.: Sur quelques incidences phytosociologiques du problème des excréments racinaires. — C. R. Acad. Sci. Paris **232**, 2472–2473 (1951).

- Biale, J. B.: Postharvest physiology and biochemistry of fruits. — Ann. Rev. of plant physiol. **1**, 183–206 (1950).
- Blanchard, F. A. and Diller, V. M.: Uptake of aureomycin through the roots of *Phaseolus lunatus*. — Amer. J. Bot. **38**, 111–112 (1951).
- Bode, H. R.: Über die Blattausscheidungen des Wermuts und ihre Wirkungen auf andere Pflanzen. — Planta **30**, 567–589 (1940).
- Bonner, J. and Galston, A. W.: Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. — Bot. Gaz. **106**, 185–198 (1944).
- Bonner, J.: The role of toxic substances in the interactions of higher plants. — Bot. Rev. **16**, 51–65 (1950).
- Börner, H.: Die Ausscheidung organischer Verbindungen aus den Samen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) während der Quellung. — D. Naturwiss. **42**, 48 (1955a).
- — Untersuchungen über phenolische Verbindungen aus Getreidestroh und Getreiderückständen. — D. Naturwiss. **42**, 583–584 (1955b).
- — Der papierchromatographische Nachweis von Ferulasäure in wäßrigen Extrakten von Getreidestroh und Getreiderückständen. — D. Naturwiss. **43**, 129–130 (1956a).
- — Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterückständen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen. — Beitr. Biol. Pfl. **33**, 33–83 (1956b).
- — und Rademacher, B.: Untersuchungen zum Problem der echten Selbstunverträglichkeit des Leins (*Linum usitatissimum* L.). — Z. Pflernährg., Düngg. u. Bodenk. **76** (121), 123–132 (1957).
- Brian, P., Wright, J., Stubbs, J. and Way, A.: Uptake of antibacterial metabolites of soil microorganisms by plants. — Nature **167**, 347 (1951).
- Bublitz, W.: Über die keimhemmende Wirkung der Fichtenstreu. — D. Naturwiss. **40**, 275–276 (1953a).
- — Die Bedeutung von Hemmstoffen für die Forstwirtschaft. II. Mitteilung. Untersuchungen über den Nachweis antibiotisch wirksamer Fichtenrohumussubstanzen und ihr Einfluß auf die Entwicklung von Bodenbakterien. — Madaus Jber. **6**, 92–106 (1953b).
- Chace, E. and Denny, F. E.: Use of ethylene in the coloring of Citrus fruit. — Ind. Chem. Engineering **16**, 339–340 (1924).
- Cooper, W. S. and Stoesz, A. D.: The subterranean organs of *Helianthus scaberrimus*. — Bull. Torrey Bot. Club **58**, 67–72 (1931).
- Curtis, J. T. and Cottham, G.: Antibiotic and autotoxic effects in prairie sunflower. — Bull. Torrey Bot. Club **77**, 187–191 (1950).
- Denny, F. E.: Effect of ethylene upon respiration of lemons. — Bot. Gaz. **77**, 322–329 (1924).
- Ehrenhardt, H.: Über die Wirkung des Hexachloreycyclohexans als systemisches Insektizid. — Anz. f. Schädlingskd. **27**, 1–5 (1954).
- Ellenberg, H.: Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten. — Ber. Dtsch. Bot. Ges. **65**, 351–362 (1952).
- Evenari, M.: Germination inhibitors. — Bot. Rev. **15**, 153–194 (1949).
- Fastabend, H.: Über die Ursachen der Bodenmüdigkeit. — Kali-Briefe, Fachgeb. I, Bodenk., Folge 9, (1954a).
- — Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. — Kali-Briefe, Fachgeb. I, Bodenk., Folge 10, (1954b).
- — Über die Ursachen der Bodenmüdigkeit in Obstbaumschulen. — Diss. TH Hannover (1954c). Sonderheft Gartenbau IV (1955).
- Feekes, W.: Die Entwicklung der natürlichen Vegetation im Wieringermeerpolder, der ersten großen Trockenlegung der Zuidersee (holländisch). — Diss. Wageningen (1936).
- Fischnich, O.: Die Bedeutung von Wuchs- und Hemmstoffen im Leben der höheren Pflanze. — Z. Pflernährg., Düngg., Bodenk. **69** (114), 205–215 (1955).
- Frey-Wyssling, A.: Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen. — Berlin-Göttingen-Heidelberg, J. Springer Verlag (1935).
- — Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen. — Zürich, Büchergilde Gutenberg (1945).

- Frohberger, P. E.: Untersuchungen über das Verhalten des Insektizids Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat (E 605) auf und in der Pflanze. — Diss. Köln (1949).
- Fuchs, W. H. und Kunz, H. D.: Über die innertherapeutische Wirkung von Cyanamid. — D. Naturwiss. **41**, 20 (1954).
- Gane, R.: Identification of ethylene among the volatile products of ripe apples. — Gr. Brit. Dept. Sci. Ind. Res., Food Invest. Board Rep., 122-123 (1934).
- Gäumann, E. und Jaag, O.: Über das Problem der Welkekrankheit bei Pflanzen. *Experientia* **2**, 215-220 (1946).
- Golomedowa, T. I.: Über die wechselseitige toxische Beeinflussung von Pflanzen durch ihre wäßrigen Extrakte (russ.). — *Agrobiologija* **2**, 132-134 (1952).
- Gray, R. und Bonner, J.: An inhibitor of plant growth from the leaves of *Encelia farinosa*. — *Amer. J. Bot.* **35**, 52-57 (1948a).
- — und Bonner, J.: Structure determination and synthesis of a plant growth inhibitor, 3-acetyl-6-methoxybenzaldehyde, found in the leaves of *Encelia farinosa*. — *J. Amer. Chem. Soc.* **70**, 1249-1253 (1948b).
- Grümmer, G.: Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen — Allelopathie. — *Biol. Ztbl.* **72**, 494-518 (1953).
- — Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen — Allelopathie. — Jena, VEB. G. Fischer (1955).
- — Die Beeinflussung des Leinertrages durch *Camelina*. — Ref. a. d. Tag. d. Dtsch. Bot. Ges. in Hann. Münden (1956).
- Guyot, L.: Les excretions racinaires toxiques chez les végétaux. — *Bull. Techn. d'Inform. (Min. de l'Agric.)* **59**, 1-15 (1950).
- — Sur un aspect du déterminisme biologique de l'évolution floristique de quelques groupements végétaux. — *C. R. Som. Séances Soc. Biogeogr.* **239**, 3-14 (1951).
- — Effects antibiotiques provoqués par des lichens et des végétaux supérieurs. — VIII. Int. Congr. Bot. Paris, Sect. **24**, 47-52 (1954).
- Helgeson, E. A. and Konzak, R.: Phytotoxic effects of aqueous extracts of field bindweed and Canada thistle. A preliminary report. — *North-Dakota Gric. Exp. Sta. Bull.* **12** (3), 71-76 (1950).
- Katznelson, H., Rouatt, J. W. and Payne, T. M. B.: The liberation of amino acids and reducing compounds by plant roots. — *Plant a. Soil* **7**, 35-48 (1955).
- Knapp, R. und Linskens, H. F.: Experimentelle Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Gräsern und Kleearten des Weidelgras-Weißklee-Rasens. — *Biol. Zbl.* **71**, 561-585 (1952).
- — Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen. — Stuttgart/Ludwigsburg, Verlag E. Ulmer (1954).
- Kobernuss, Elisabeth-Charlotte: Untersuchungen zur Ursache und Behebung der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. — *Kühn-Arch.* **64**, 365-408 (1951).
- Koch, L. W.: The peach replant problem in Ontario. I. Symptomatology and distribution. — *Canad. J. Bot.* **33**, 450-460 (1955).
- Krafft, G., Lehmann, C., Thaer, A. und Thiel, H.: Albrecht Thaer's Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. — Neue Ausg., Berlin, Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey (Paul Parey) (1880).
- Kugler, Ida: Zur Frage der Abgabe keimungshemmender Stoffe durch Samen. — *Beitr. Biol. Pfl.* **31**, 313-332 (1955).
- Latzko, E. und Amberger, A.: Die Aufnahme des Cyanamids und seine Wirkung auf Wachstum und N-Stoffwechsel bei verschiedenen Kulturpflanzen. — *Z. Pfl. ernährg., Düngg. u. Bodenk.* **59** (104), 198-215 (1952).
- — und Amberger, A.: Über die Wirkung des Cyanamids (H_2CN_2) in der Pflanze. — *D. Naturwiss.* **39**, 526 (1952).
- Linser, H.: Chemische Konstitution und Zellstreckungswirkung verschiedener Stoffe. — *Mh. f. Chem.* **85**, 196-226 (1954).
- Linskens, H. F.: Der Einfluß der toxischen Welke auf die Blattausscheidungen der Tomatenpflanze. — *Phytopath. Z.* **23**, 89-106 (1955).
- Loos, W.: Wechselwirkungen höherer Pflanzen. — *Aus d. Heimat* **60**, 274-277 (1952).
- Madaus, G.: Experimenteller Nachweis der wachstumsfördernden Wirkung von Blattausscheidungen. — *Madaus Jber.* **1**, 39-41 (1937a).
- — Pflanzenstudien I. Ein Beitrag zur Frage der Wirkungssteigerung der Heilpflanzen. — *Madaus Jber.* **1**, 31-36 (1937b).

- Madaus, G.: Ein großzügiger Kombinationsversuch zur Feststellung des Einflusses verschiedener Pflanzenarten aufeinander. — Madaus Jber. **1**, 42–48 (1937c).
- Mahlcke, J.: Untersuchungen über die Einflüsse der Schafgarbe auf die Nährstoffleistung des Deutschen Weidelgrases und über ihre Eignung als Weidepflanze für trockene Lagen. — Diss. Halle (1951).
- Mann, H. H. and Barnes, T. W.: The competition between Barley and certain weeds under controlled conditions. II. — Ann. appl. Biol. **34**, 252–266 (1947).
- Martin, J. P.: Effect of fumigation, fertilization and various other soil treatments on growth of orange seedlings in old citrus soils. — Soil Sci. **66**, 273–288 (1948).
- — Effects of fumigation and other soil treatments in the greenhouse on the fungus population of old citrus soil. — Soil Sci. **69**, 107–122 (1950a).
- — Effect of various leaching treatments on growth of orange seedlings in old citrus soils. — Soil Sci. **69**, 433–442 (1950b).
- — Aldrich, D. G., Murphy, W. S. and Bradford, G. R.: Effect of fumigation on growth and chemical composition of citrus plants. — Soil Sci. **75**, 137–151 (1953).
- Martin, P.: Die Abgabe von organischen Verbindungen, insbesondere von Scopolin, aus den Keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.) in Abhängigkeit von abiotischen und biotischen Faktoren. — Diss. Hohenheim (1957).
- Molisch, H.: Der Einfluß einer Pflanze auf die andere. Allelopathie. — Jena, Verlag G. Fischer (1937).
- Mothes, K.: Stoffliche Beziehungen zwischen Wurzel und Sproß. — Angew. Bot. **30**, 125–128 (1956).
- Nehring, K.: Über das Vorkommen von Stoffen östrogenen Natur (Follikelhormon) in Stallmist und Jauche und ihre Wirkung auf das Pflanzenwachstum. — Ber. Tag. Forsch. Würzburg (1935). Neudamm und Berlin, 110–123 (1936).
- Niemann, E.: Vergleichende Untersuchungen über die Ausscheidung keimungshemmender Stoffe aus Früchten und Samen unter besonderer Berücksichtigung von *Foeniculum vulgare* Miller. — Flora **139**, 185–242 (1952).
- Osvald, H.: Waffen der Pflanzen im Kampf um den Raum (schwedisch). — Västodling **2**, 288–303 (1947).
- — Root exudates and seed germination. — Ann. R. Agr. Coll. Sweden **16**, 789–796 (1949).
- Patrick, Z. A.: The peach replant problem in Ontario. II. Toxic substances from microbial decomposition products of peach root residues. — Canad. J. Bot. **33**, 461–486 (1955).
- Pentzer, W. T. and Heinze, P. H.: Postharvest Physiology of fruit and vegetables. — Ann. Rev. Plant physiol. **5**, 205–224 (1954).
- Pickering, S. U.: The effect of one plant upon another. — J. Royal Agr. Soc. **64**, 365–376 (1903).
- Piettre, M.: Diskussionsbeitrag in C. R. Acad. Agric. France **36**, 696–697 (1950).
- Proebsting, E. L. and Gilmore, A. E.: The relation of peach root toxicity to the establishing of peach orchards. — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **38**, 21–26 (1940).
- Rademacher, B.: Untersuchungen über die fungistatische und fungizide Wirkung des Cyanamids am Beispiel des Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* (Bjerk.) Winter). — Phytopath. Z. **17**, 353–373 (1951).
- — und Ozolins, J.: Einfluß der Getreidekonkurrenz und des Nährstoffgehaltes im Keimsubstrat auf Keimung und Jugendentwicklung verschiedener Unkräuter. — Angew. Bot. **16**, 69–93 (1952).
- — Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. — Handb. Pfl.physiol. **11** (1957, im Druck). Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verlag.
- Reinhold, J.: Die Gurkentreiberei in Gewächshäusern. — Stuttgart, Verlag E. Ulmer (1935).
- Robbins, W. W., Crafts, A. S. and Raynor, R. N.: Weed Control. 2. Ed., New York, London, Toronto: Mc Graw-Hill Publ. Comp. Ltd. (1953).
- Schander, H.: Kann die „Bodenmüdigkeit“ zu einem Problem für den Obstbau des Alten Landes werden? — Mitt. Alt. Land, Jork **11**, 74–81 (1956).
- Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. — Bonn-München-Wien, Bayer. Landw. Verlag (1956).
- Scharrer, K. und Schropp, W.: Wasserkulturversuche mit Progynon. — Z. Pflernähr., Düng., Bodenk. **13**, 1–9 (1934).

- Scheffer, F. und Kloke, A.: Der Einfluß von Antibiotica auf die Entwicklung und den Nährstoffgehalt von Kulturpflanzen. — *Z. Pfl.ernährg., Düngg., Bodenkunde* **66** (111), 29–38 (1954).
- Schenderetzkij, E. J.: Die wechselseitige Toxizität der wäßrigen Auszüge von Pflanzen (russisch). — *Agrobiologija* **2**, 137 (1952) (cit. nach Grümmer 1955).
- Schoeller, W. und Goebel, H.: Die Wirkung des Follikelhormons auf Pflanzen. — *Biochem. Z.* **240**, 1–11 (1931).
- Schönbeck, F.: Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Hemmstoffen in Getreiderückständen innerhalb der Fruchtfolge. — *Z. Pfl.krankh. (Pfl.path.) u. Pfl.sch.* **63**, 513–545 (1956).
- Sprengel, C.: Die Bodenkunde oder die Lehre vom Boden, nebst einer vollständigen Anleitung zur chemischen Analyse der Ackererden. ... — Leipzig, Verlag von Immanuel Müller (1837).
- — Die Lehre vom Dünger oder Beschreibung aller bei der Landwirthschaft gebräuchlicher vegetabilischer, animalischer und mineralischer Düngermaterialien, nebst Erklärung ihrer Wirkungsart. — Leipzig, Verlag von Immanuel Müller (1839).
- Steinberger, E.: Neues über Züchtung von Arzneipflanzen. — *Schweiz. Apoth. Ztg.* **88**, 473–478 (1950).
- Thaer, A.: Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. 1. Bd: Begründung der Lehre und des Gewerbes. Oekonomie oder die Lehre von den landwirthschaftlichen Verhältnissen. 2. Ausg., Berlin, In der Realschulbuchhandlung (1811).
- Thornton, H. E., Swanson, C. P. and Norman, A. G.: New growth regulating compounds. I. Summary of growth inhibitory activities of some organic compounds as determined by three tests. — *Bot. Gaz.* **107**, 476–507 (1946).
- Toole, E. H., Hendricks, S. B., Borthwick, H. A. and Toole, V. K.: Physiology of seed germination. — *Ann. Rev. Plant Physiol.* **7**, 299–324 (1956).
- Unterstenhöfer, G.: Über den gegenwärtigen Stand der inneren Therapie der Pflanze. — *Z. Pfl.krankh. (Pfl.path.) u. Pfl.sch.* **57**, 272–281 (1950).
- — Probleme und Aussichten der inneren Therapie bei Pflanzen. — *29. Pfl.sch.-Tg. d. BBA Braunschweig, Heidelberg* 5.–9. Okt (1953). — *Mitt. Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem* H. 80, 51–64, (1954).
- Waksman, S. A.: Soil deterioration and soil conservation from the viewpoint of soil microbiology. — *Amer. Soc. Agron.* **29**, 113–122 (1937).
- Watt, A. S. and Fraser, K. G.: Tree roots and field layer. — *J. Ecol.* **21**, 404–414 (1933).
- Went, F. W. and Carter, M.: Growth response of tomato plants to applied sucrose. *Amer. J. Bot.* **35**, 95–106 (1948).
- Winter, A. G. und Willeke, Lisel: Untersuchungen über Antibiotica aus höheren Pflanzen und ihre Bedeutung für die Bodenmikrobiologie und Pflanzensoziologie. — *D. Naturwiss.* **38**, 262–264 (1951a).
- — und Willeke, Lisel: Über die Aufnahme von Antibiotica durch höhere Pflanzen und ihre Stabilität in natürlichen Böden. — *D. Naturwiss.* **38**, 457–458 (1951b).
- — und Bublit, W.: Über die keim- und entwicklungshemmende Wirkung der Buchenstreu. — *D. Naturwiss.* **40**, 416 (1953a).
- — und Bublit, W.: Untersuchungen über die antibakteriellen Wirkungen im Bodenwasser der Fichtenstreu. — *D. Naturwiss.* **40**, 345–346 (1953b).
- — und Schönbeck, F.: Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung und Entwicklung von Getreidesamen durch Kaltwasserauszüge aus Getreidestroh. — *D. Naturwiss.* **40**, 168–169 (1953).
- — und Schönbeck, F.: Untersuchungen über den Einfluß von Kaltwasserextrakten aus Getreidestroh und anderer Blattstreu auf Wurzelbildung und -wachstum. — *D. Naturwiss.* **40**, 513–514 (1953).
- — und Schönbeck, F.: Untersuchungen über wasserlösliche Hemmstoffe aus Getreideböden. — *D. Naturwiss.* **41**, 145–146 (1954).

Frühsymptome des Bormangels an *Beta*-Rüben

Von E. Brandenburg

(Institut für Phytopathologie der Justus-Liebig-Hochschule Gießen)

Mit 5 Abbildungen

Die Diagnose des Bormangels an *Beta*-Rüben läßt sich in seinem akuten Stadium an Hand der typischen Symptome der Herzfäule ohne Schwierigkeiten vornehmen. Insbesondere können hierbei die charakteristischen braun-

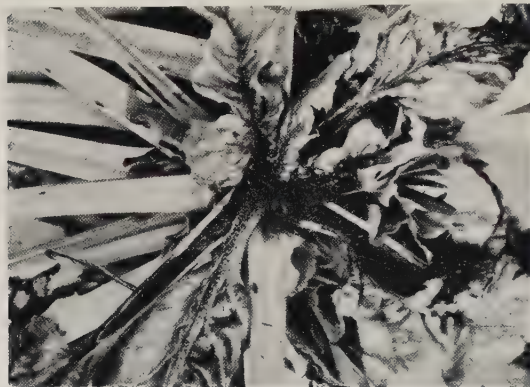


Abb. 1. Beginnstadium des Bormangels an den Herzblättern von Rüben.

gefärbten, schorfartigen Veränderungen der epidermalen Gewebe an der Oberseite der Blattstiele und Blattnerven als sichere Hinweise dienen (Abb. 1). In der Regel setzt dann bei anhaltender unzureichender Borversorgung alsbald ein Absterben der Herzblätter ein, das auch auf die nächstälteren Blätter übergreift, so daß das bekannte Bild der Herz- und Trockenfäule entsteht, wenn noch Absterbeerscheinungen am Rübenkörper in typischer Weise hinzutreten.

Unter natürlichen Bedingungen auf dem Feld ist der Krankheitsverlauf manchen Einflüssen unterworfen und steht in engster Beziehung zu zeitlichen und graduellen Schwankungen in der Borzufuhr aus dem Boden. Abgesehen von erheblichen Unterschieden im Gehalt an aufnehmbarem Bor können hier vor allem Schwankungen in der Höhe der Niederschläge sich modifizierend auf die Ausprägung der Symptome und den Zeitpunkt ihres Auftretens auswirken. Im Zusammenspiel dieser Faktoren ergeben sich häufig erhebliche Unterschiede: vielfach tritt der Mangel erst im Hochsommer verhältnismäßig spät nach anfänglich normaler Entwicklung schnell in ein akutes Stadium und führt schlagartig zu einem starken Auftreten der Herzfäule, wenn die Borzufuhr infolge Trockenheit stark herabgesetzt ist. Häufig hat der Mangel jedoch einen mehr chronischen Verlauf, der das Auftreten von andersartigen Symptomen zu befördern scheint, die schon vor dem Absterben der



Abb. 2. Rißbildung in der Epidermis der Oberseite eines mittleren Blattes.

Herzblätter in die Erscheinung treten können. Für die rechtzeitige Erkennung des Bormangels im Feldbestand können diese als wichtige Hinweise dienen.

Zur Zeit des Schließens des Bestandes fallen häufig Pflanzen auf, deren mittlere und ältere Blätter eine leichte Kräuselung bzw. stärkere Wellung der Blattspreite erkennen lassen. Diese kommt dadurch zustande, daß die Mittelrippen etwas geringeres Wachstum zeigen und dadurch die Interkostalfelder stärker zur Oberseite vorgewölbt sind. Infolge einer gewissen Sprödigkeit des Gewebes kommt es an diesen Blättern sehr häufig zu einer feinen Rißbildung in der Blattfläche, die in der oberen Epidermis beginnt und sich mehr oder weniger tief in das Palisaden- bzw. Schwammparenchym fortsetzt. Die feinen Risse sind oft sehr zahlreich und liegen nahe beieinander, so daß solche Blätter infolge des Austrocknens der Zellen an den Rißstellen eine etwas grau-grüne Gesamtfärbung annehmen, wenn größere Flächen der Blätter davon betroffen sind (Abb. 2). Die Schäden machen etwa den Eindruck, als wenn sie durch Aneinanderreiben der Blätter entstanden sein könnten.



Abb. 3. Pflanze mit Frühsymptomen an mittleren und älteren Blättern; das Herz ist noch gesund.

In anderen Fällen findet sich diese Rißbildung nur an einzelnen Stellen der Vorwölbungen der Blattfläche und führt dann häufig zu mehr oder weniger zusammenhängenden Linien (Abb. 3 und 4). Infolge der in den stärker gewölbten Partien der Blätter vorhandenen Gewebespannungen vertiefen sich die Risse, und es kommt stellenweise zu einem vollkommenen Bruch des Gewebes. Bei stärkerer mechanischer Beanspruchung durch Wind zerreißen solche Blätter unregelmäßig an den Bruchlinien, wobei häufig einzelne Partien der Blattfläche vollkommen herausfallen können (Abb. 5).

Diese Symptome treten vor allem an mittleren und etwas älteren Blättern auf und können als Hinweis dafür dienen, daß bei ihrer Ausbildung die Borversorgung bereits etwas unzureichend war, ohne schon zu einer akuten Erkrankung der Herzblätter geführt zu haben. Bei einem weiteren Absinken der Borzufuhr folgt später auch eine Erkrankung der Herzblätter, so daß man dann häufig alle Symptome an einer Pflanze vereinigt finden kann. Im allgemeinen pflegen diese Symptome an den älteren Blättern jedoch früher aufzutreten als die eigentliche Herzfäule, so daß sie für eine Frühdiagnose bedeutungsvoll sind. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, eine nachträgliche Bordüngung bereits zu einem Zeitpunkt vorzunehmen, wenn die Auswirkungen des Bormangels hinsichtlich des Ertrages noch relativ gering sind.

Die Anfangsstadien dieser Symptome zeigen gewisse Ähnlichkeiten mit mechanischen Beschädigungen durch Wind. Wenn die Blätter im fortgeschrit-

tenen Stadium bereits ausgeprägte Bruchlinien und Zerreißen aufweisen, könnte man bei oberflächlicher Betrachtung zunächst an Hagelschäden denken. In Zweifelsfällen lassen sich jedoch im Feldbestand sehr leicht die ursächlichen Zusammenhänge dieser Frühsymptome mit Bormangel dadurch erkennen, daß stets an einigen Pflanzen auch schon die typischen Anzeichen der Herzfäule vorhanden sind.



Abb. 4. Häufung der Rißbildung an einzelnen Stellen des Blattes zu Bruchlinien.



Abb. 5. Im Endstadium erfolgt ein unregelmäßiges Zerreißen der Blätter an den Bruchstellen.

Summary

Severe cases of boron deficiency on beets may easily be recognized by the typical symptoms of heartrot which result in a fast dying-off of the leaves. Under natural conditions in the field these symptoms are very often preceded by special symptoms on the middle leaves being grown up during a period of light boron deficiency which caused no visible effect on the leaves during the first stage of their development. Such leaves are frequently more curled than normal and the lamina is showing very small fissures which begin in the upper epidermis and advance more or less to the palisade and sponge tissue. Sometimes these fissures are very close together and cover larger parts of the lamina (Fig. 2). In other cases the fissures are to be found only in some parts of the leaves which finally very often tear to pieces (Fig. 4-5). The initial stages of these symptoms are somewhat similar to damage by wind; on superficial observation the last stages may be taken for damage by hail.

Beitrag zur Differentialdiagnose von Viruseinschlußkörpern (Polyedern) in Schnittpräparaten

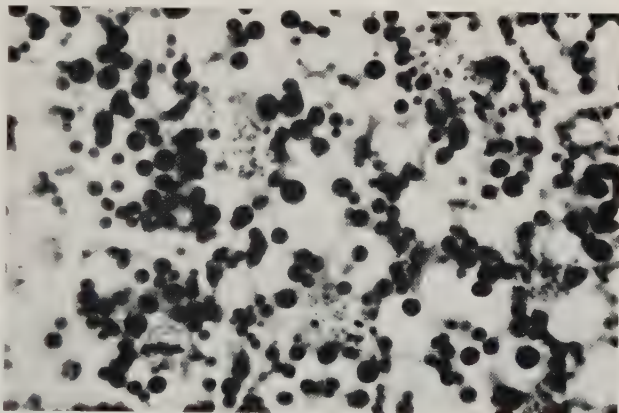
Von R. Langenbuch

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

Mit 3 Abbildungen

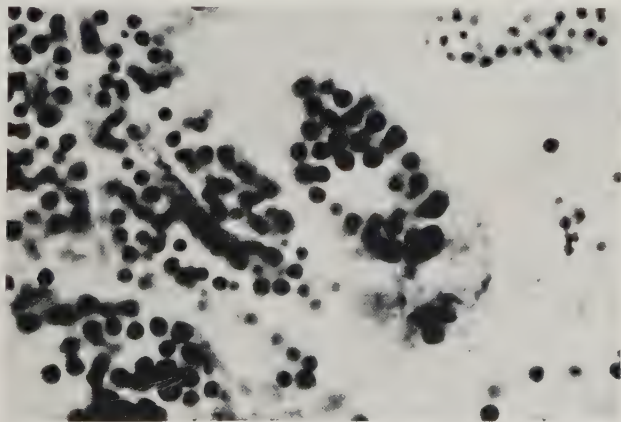
Die Untersuchung von Gewebeschnitten virusverdächtigen Insektenmaterials auf Polyederbefall wird häufig durch die Anwesenheit von anderen polyederähnlichen Elementen im Gewebe sehr erschwert. Namentlich die nach Wigglesworth während der normalen Larvenentwicklung sich im Fettkörper der Insekten bildenden Albuminoide, die sich gegen Ende des Larvenstadiums stark vergrößern und in der Puppe in großer Zahl nachweisbar sind, können leicht mit Polyedern verwechselt werden (Abb. 1 und 2). So wurden

Abb. 1. Albuminoide im Fettkörper einer Raupe des Tannenriebwicklers [*Choristoneura* (*Cacoecia*) *murinana* (Hb.)], ohne Säurevorbehandlung gefärbt mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain). Vergr. 1000 : 1.



dem hiesigen Institut wiederholt angeblich polyederhaltige Insektenlarven zur weiteren Untersuchung eingeschickt, welche Albuminoide, aber keine Polyeder enthielten. Die Verwechslungsmöglichkeit ist um so größer, als die Albuminoide und bei den häufigsten Kernpolyedrosen, zumindest der Lepido-

Abb. 2. Polyeder im Fettkörper einer Raupe von *Choristoneura murinana* (Hb.). Nach Säurevorbehandlung gefärbt mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain). Vergr. 1000 : 1.



pteren, auch die Polyeder (diese freilich auch in anderen Geweben) vornehmlich im Fettkörper gebildet werden. Untersuchungen zur physikalischen und chemischen Differenzierung der Albuminoide gegenüber Polyedern wurden an unserem Institut von Krieg durchgeführt.

In einer früheren Arbeit (Langenbuch 1955) über die Färbung von Polyedern in Schnittpräparaten mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain) wurde berichtet, daß nach Fixierung des Materials in Bouin'scher Lösung die Polyeder verschiedener untersuchter Insektenarten sich erst nach einer Vorbehandlung der Schnitte mit 96%igem Eisessig ($\frac{1}{2}$ –2 Minuten) mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain) dunkelblau bis tiefschwarz färben lassen, ohne diese Säurevorbehandlung aber ungefärbt bleiben (Abb. 3). Es wurde die Möglichkeit aufgezeigt, daß dieser Befund für die Diagnose von Polyedrosen in Zweifelsfällen wertvolle Dienste leisten könne.

Tatsächlich haben neuere Untersuchungen ergeben, daß die mit Eisessig vorbehandelten Albuminoide bei Anwendung der Eisenhämatoxylin-

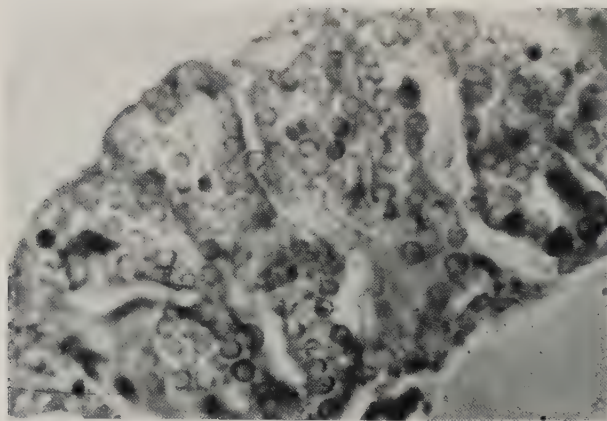


Abb. 3. Polyeder im Fettkörper einer Raupe von *Choristoneura murinana* (Hb.) ohne Säurevorbehandlung gefärbt mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain). Vergr. 1000: 1.

färbung zwar ebenfalls dunkelblau bis tiefschwarz gefärbt werden, daß sie aber zum Unterschied von den Polyedern die gleiche Färbung auch dann annehmen, wenn die Säurevorbehandlung unterbleibt (Abb. 1). Diese ist also auf die Färbbarkeit der Albuminoide ohne Einfluß, für die Färbbarkeit der Polyeder aber entscheidend. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, daß eine Verwechslung der hier behandelten Gewebeeinschlüsse durch ihr unterschiedliches färberisches Verhalten mit Sicherheit vermieden werden kann.

Summary

A method is described for differentiation of polyhedra and albuminoids in stained sections of insects.

Literatur

- Krieg, A.: Zur Differentialdiagnose von Viruskrankheiten bei Insekten. II. Mitteilung. — Mikroskopie (im Druck).
 Langenbuch, R.: Eine verbesserte und zeitsparende Methode zur Färbung von Viruseinschlußkörpern (Polyedern) in Schnittpräparaten mit Eisenhämatoxylin. — Mikroskopie **10**, 344–348, 1955.
 Wigglesworth, V. B.: The principles of insect physiology. 5. Aufl., London 1953.

Die Gurke (*Cucumis sativus* L.) als Wirtspflanze des Rhabarber-Mosaik-Virus

Von M. Klinkowski und H. Opel

(Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben)

Mit 7 Abbildungen

In Mitteldeutschland sind seit einer Reihe von Jahren Krankheitserscheinungen bei Rhabarber beobachtet worden, die sich bei genauerer Untersuchung als virusbedingt erwiesen. Die Symptome treten besonders auf der Blattspreite deutlich in Erscheinung und bestehen in einem Mosaik bzw. charakteristischen Nekrosen. Über Virosen der genannten Kulturpflanze ist schon mehrfach berichtet worden, ohne daß jedoch bisher eine Identifizierung des vorliegenden Virus erfolgte. Die diesbezüglichen Untersuchungen können jetzt als abgeschlossen gelten, worüber an anderer Stelle eingehender berichtet werden wird. Es sei hier lediglich soviel gesagt, daß das für das Rhabarbermosaik verantwortliche Virus nicht mit den bisher beschriebenen Viren identisch zu sein scheint. Es wird daher von uns als Rhabarbermosaikvirus (RMV) bezeichnet. Im Rahmen des ermittelten Wirtspflanzenkreises war die Reaktion der Gurke (*Cucumis sativus* L.) auf das RMV besonders charakteristisch, so daß wir uns veranlaßt sahen, die Reaktion dieser Pflanze eingehender zu untersuchen. Die Versuche erstreckten sich über den Zeitraum April 1955 bis April 1957 und wurden mit der Gurkensorte „Delikatess“ durchgeführt. Die Inokulationen erfolgten mechanisch durch Abreibung von Gurken- und Buschbohnenpreßsäften auf die Kotyledonen zum Zeitpunkt der Entfaltung der Primärblätter.

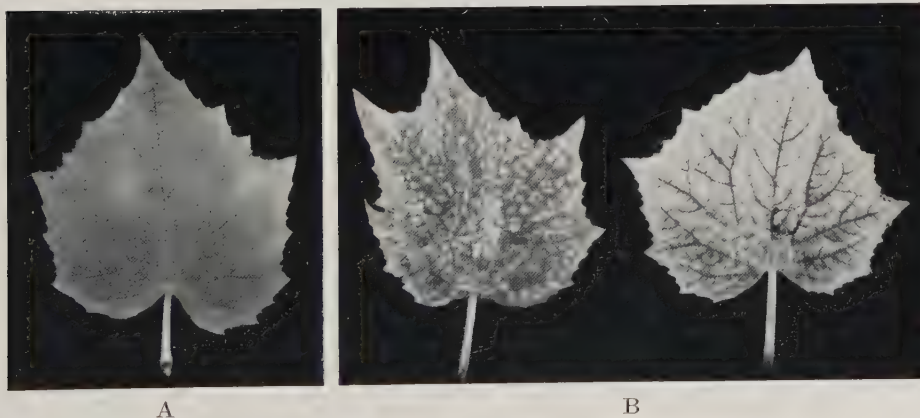


Abb. 1. *Cucumis sativus*. Chlorosen nach Infektion mit dem Rhabarber-Mosaik-Virus (B). Zum Vergleich ein Blatt einer gesunden Pflanze (A).

1. Krankheitssymptome

Die ersten sichtbaren Symptome der mit dem RMV infizierten Gurkenpflanzen bestehen in chlorotischen Verfärbungen der Blätter (Abb. 1), die je nach der Jahreszeit in der 1.-3. Woche nach der Infektion in Form mehr oder weniger großer Flecke auftreten. Die Infektion wird systemisch. Zuweilen bildet sich auch eine vollständige Chlorose der Interkostalfelder aus, wobei das Blatt-

grün der Gewebe in unmittelbarer Nachbarschaft der Blattnerven oft stärker ausgeprägt ist, als dies in Blättern gesunder Pflanzen der Fall ist. Die verstärkte Blattgrünausbildung wird besonders an Pflanzen deutlich, die typische Internodienverkürzungen aufweisen, deren Vegetationspunkt aber erst zu einem späteren Zeitpunkt der Entwicklung abstirbt. Hier zeigen nur die jüngsten Blätter chlorotische Verfärbungen, die älteren dagegen ein kräftiges Leit- und Assimilationssystem und infolgedessen auch einen höheren Chlorophyllgehalt pro Flächeneinheit der Blattfläche als bei gesunden Pflanzen (Tab. 1)¹⁾. Die auf den Kotyledonen erscheinenden chlorotischen Flecke sind nicht immer nach der Infektion vorhanden, so daß man zur Charakterisierung besser die beschriebenen Symptome der systemisch werdenden Infektion heranzieht.



Abb. 2. Übertragung des Rhabarber-Mosaiks auf *Cucumis sativus* („Delikatess“). Gesunde Pflanze (2) und 2 gleichaltrige infizierte Pflanzen (1 und 3).

Tabelle 1

	gesund			krank		
Extinktionsmodul	0,370	0,399	0,414	0,650	0,650	0,655

Chlorophyllgehalt pro 9,8 cm² Blattfläche von 3 gesunden und 3 erkrankten Pflanzen als Relativwert.

Im Zusammenhang mit der unterschiedlichen Chlorotisierung sei schon hier erwähnt, daß die Symptomausbildung stark von den unterschiedlichen Temperatur- und Lichtverhältnissen in den einzelnen Jahreszeiten abhängig ist. Das trifft nicht nur für die Chlorose zu, sondern in besonderem Maße für die charakteristischen Wachstumshemmungen der infizierten Pflanzen. So konnte die gestauchte Wuchsform als Folge von Internodienverkürzungen (Abb. 2 u. 3) nur in den Übergangszeiten (Frühjahr und Herbst) beobachtet werden. Im Extrem ist diese Sproßstauchung geradezu als „Traubenform“ zu

¹⁾ Zur Chlorophyllbestimmung wurden mit dem Korkbohrer aus gleichaltrigen Blättern gesunder und kranker Pflanzen Flächen von 9,8 cm² ausgestanzt, mit Aceton, Quarzsand und etwas Natriumkarbonat im Mörser zerrieben und erschöpfend extrahiert. Die filtrierten Extrakte wurden danach im Meßkolben mit dem Lösungsmittel auf 10 ml aufgefüllt und im Pulfrich-Photometer mit Filter S 66 gemessen.

bezeichnen. Die Chlorosen beschränkten sich bei diesen Pflanzen, wie schon ausgeführt wurde, meist nur auf die jüngeren Blätter. Neben allen Zwischenstufen von Zwergwuchs entwickeln sich in dieser Zeit auch solche Pflanzen, die fast die Wuchshöhe der Kontrollpflanzen erreichen, stets aber sind dann die Internodien an der Sproßspitze stark verkürzt, dafür aber in größerer Zahl vorhanden. In den Wintermonaten sind die Schädigungen der infizierten Pflanzen am stärksten. Außer dem Primärblatt entwickelt sich meist nur noch ein winziges zweites chlorotisches Blatt, das sehr bald von der Spitze her abstirbt. Auch der Vegetationspunkt stirbt schnell ab. Die Wachstumshemmungen nehmen dann auf den Sommer zu stetig ab. Im April/Mai erhält man nach Infektion mit dem RMV bereits Pflanzen, die im Wuchsbild den gesunden Pflanzen gleichen, aber noch chlorotische Verfärbungen aufweisen (Abb. 1), während in der Regel im Monat Juli der Infektionserfolg auf ein Minimum absinkt. Als weiteres charakteristisches Krankheits-symptom ist die Ausbildung einer größeren Anzahl von Blütenanlagen zu nennen, wovon aber nur wenige zur Blütenbildung kommen. Die Blüten selbst sind klein und erreichen kaum den halben Durchmesser von Blüten gesunder Pflanzen. Auch die Ausbildung von Ranken ist stark reduziert oder unterbleibt vollständig.



Abb. 3. Infizierte Gurkenpflanze. Zwergwuchs durch Internodienverkürzung.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß auch andere Autoren an virus-infizierten Gurkenpflanzen Sproßstauungen durch Internodienverkürzungen, Absterben des Vegetationspunktes und Chlorosen beobachteten, so beispielsweise Moore, Boyle und Keitt (1948), Willison (1951), Mulder (1954) und Baumann (1956) nach Übertragung bestimmter Steinobstviren auf Gurke. Boyle, Moore und Keitt (1954), die nach der Infektion von Gurkenpflanzen mit Steinobstviren ebenfalls starke Variationen der Symptomausbildung feststellten, analysierten diese Erscheinung und fanden Abhängigkeit sowohl von den Temperatur- als auch Lichtverhältnissen. Zweifelsohne lassen sich auch die unterschiedlichen Ergebnisse im Infektionsgrad und -erfolg, die im Verlauf der Jahreszeiten in unseren Versuchen erzielt wurden, auf die durch veränderte Umweltfaktoren bedingte unterschiedliche Empfindlichkeit der Gurken zurückführen. Außerhalb des Bereiches der Steinobstviren sind uns ähnliche Erscheinungen bisher nicht bekannt geworden. Eine Identität mit diesen Viren ist nicht zu vermuten, da der Wirtspflanzenkreis des RMV und der wesentlich akutere Krankheitsverlauf der Steinobstviren bei Gurke — hier kommt es meist nicht mehr zur Ausbildung von Blütenanlagen — deutliche Differenzierungsmöglichkeiten aufweisen.

2. Untersuchungen zur Fluoreszenz

Bei der Betrachtung gesunder und infizierter Gurkenpflanzen im UV-Licht der Analysen-Quarzlampe (Schott-Filter UG 2, Durchlässigkeitsmaximum bei $350\text{ m}\mu$) konnte die auffällige Beobachtung gemacht werden, daß erkrankte Pflanzen, und zwar lediglich solche, die Wachstumshemmungen aufweisen, im Unterschied zu den gesunden Kontrollpflanzen in den Blattstielen, Blattnerven und in den gestauchten Sproßabschnitten stark bläulich fluoreszieren. Diese Fluoreszenz ist weitaus stärker als die in den betreffenden Pflanzenteilen bei gesunden Pflanzen auftretende Primärfluoreszenz, die durch die Fluoreszenz der verholzten Tracheen und in älteren Sproßabschnitten noch durch die Kutikula und durch die im Parenchym eingelagerten Festigungselemente bedingt ist. Die ältesten Internodien lassen allerdings zwischen gesunden und kranken Pflanzen infolge der zunehmenden „Verholzung“ (und somit zunehmender Fluoreszenz) keinen Unterschied mehr erkennen. Diese Abschnitte der erkrankten Pflanze sind aber auch nicht oder nur sehr gering im Wachstum gehemmt.

Die Fluoreszenz der erkrankten Pflanzen erschien uns deshalb von besonderem Interesse, als das Auftreten fluoreszierender Stoffe in virusinfizierten Gurkenpflanzen nach unserer Kenntnis noch nicht beobachtet wurde. Von anderen Pflanzen dagegen ist es schon seit den Untersuchungen von Marx und Merckenschlager (1932) bekannt, die eine Blaufluoreszenz bei abbaukranken Kartoffelknollen feststellten. McLean und Kreutzer (1944) benutzten die blaue Fluoreszenz zum Nachweis verschiedener Viruskrankheiten der Kartoffel, und Andreae (1948, 1949) fand in Kartoffelknollen, die mit dem Blattrollvirus infiziert waren, das stark blau fluoreszierende Scopoletin und schloß aus der Tatsache, daß gesunde Pflanzen in der Lage sind, diese Substanz zu einem bisher unbekannten gelben Farbstoff abzubauen, daß erkrankte Pflanzen diese Fähigkeit verloren haben und es deshalb zu einer Anhäufung des Scopoletins kommt. Vor Andreae hatte bereits Best (1944), der im Jahre 1936 erstmalig über Fluoreszenzerscheinungen bei virusinfizierten Tabakpflanzen berichtete, das Scopoletin aus Tabak isoliert. Über Fluoreszenzerscheinungen bei verschiedenen Viren des Tabaks berichteten weiterhin Eicke und Bode (1948).

Mit der Möglichkeit des Vorhandenseins anderer, nicht zu den Cumarinen gehörender fluoreszierender Stoffe in viruskranken Pflanzen muß ebenfalls gerechnet werden. So wies bereits Best (1948) auf Beziehungen zur Ferula-, Kaffee- und Chlorogensäure hin, und Geissman (1956) stellte fest, daß virusinfizierte Kirsch- und Pfirsichbäume in ihren Blättern nicht nur einen erhöhten Gehalt an Quercetin und Kämpferol haben, sondern auch fluoreszierende Zimtsäurederivate wie p-Cumarsäure (als Ester), Kaffee- und Chlorogensäure in größeren Mengen als Blätter gesunder Bäume besitzen. Reznik und Urban (1957) erbrachten neuerdings den Nachweis, daß ^{14}C -markierte Ferulasäure offensichtlich direkte biogenetische Beziehungen zur Kaffeesäure, Chlorogensäure und zum Scopolin, dem Glykosid des Scopoletins, hat, da das ^{14}C -Atom in den 3 genannten Verbindungen wiederzufinden ist. Resüher (1942) gelang es, durch Injektion phenolischer, besonders aber gerbstoffähnlicher Verbindungen in gesunde Pflanzen, Symptome zu erzeugen, die denen von virusinfizierten Pflanzen sehr ähnlich waren.

Unsere eigenen Versuche zur Frage der stofflichen Natur der in den infizierten Gurkenpflanzen fluoreszierenden Stoffe haben zunächst zum Auffinden

zweier bläulich fluoreszierender Verbindungen geführt, die sich mit Alkohol extrahieren lassen. Ihre Trennung gelang papierchromatographisch in dem Lösungsmittelgemisch Butanol/Eisessig/Wasser = 4 : 1 : 5. Sie sind in gesunden Pflanzen nicht oder nur in kaum nachweisbaren Mengen vorhanden, wenn man die gleiche Konzentration der Extrakte (etwa 5 ml Alkohol für 1 g Frischgewicht) wie bei kranken Pflanzen zugrunde legt.

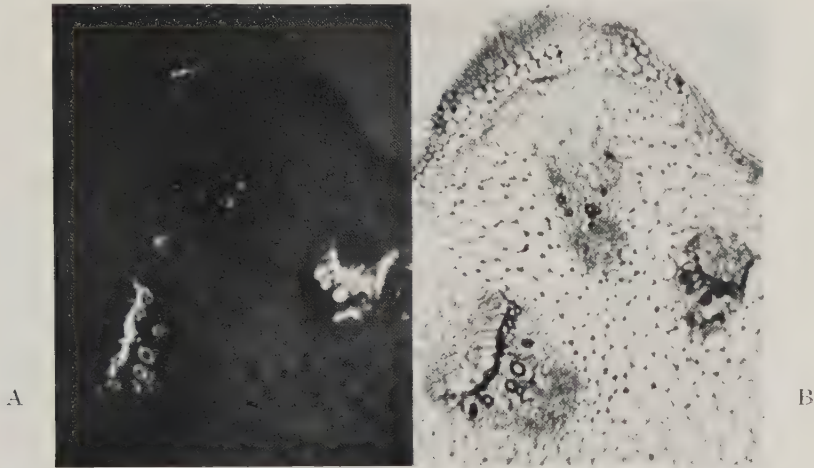


Abb. 4. *Cucumis sativus*. Stengelquerschnitt durch eine erkrankte Pflanze. Aufnahme im UV-Licht (A) und Hellfeldaufnahme (B). Vergr. 60mal.

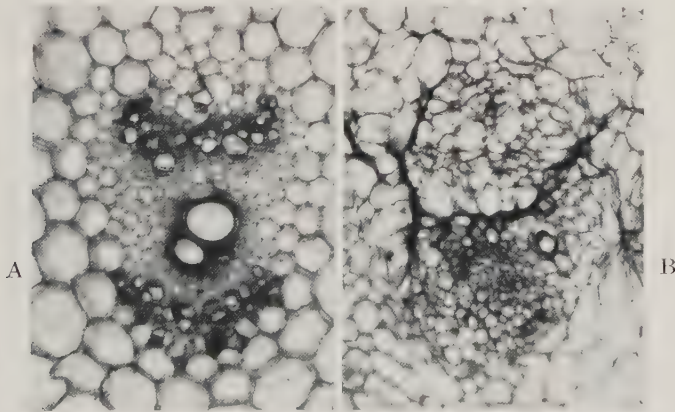


Abb. 5. *Cucumis sativus*. Gefäßbündelquerschnitt einer gesunden (A) und einer erkrankten Pflanze (B). Vergr. 170mal.

3. Anatomische Untersuchungen

Das gehemmte Wachstum der Gurkenpflanzen und die beobachteten Fluoreszenzerscheinungen veranlaßten uns, die gestauchten Sproßabschnitte auch einer anatomischen Untersuchung zu unterziehen. Dabei konnten in allen Fällen Gewebenekrosen nachgewiesen werden, die im Hellfeld als Verbräunungen und im UV-Licht bläulichweiß fluoreszierend sichtbar waren (Abb. 4). Die

ersten sichtbaren Nekrosen bilden sich meist in den prosenchymatischen Zellen der Rinde aus. Diese Zellen unterscheiden sich vom umliegenden Gewebe in gesunden Pflanzen besonders

dadurch, daß ihre Zellwände mit zunehmendem Alter „verholzen“, d. h. sie ergeben mit Phloroglucin-Salzsäure „Verholungsreaktion“.

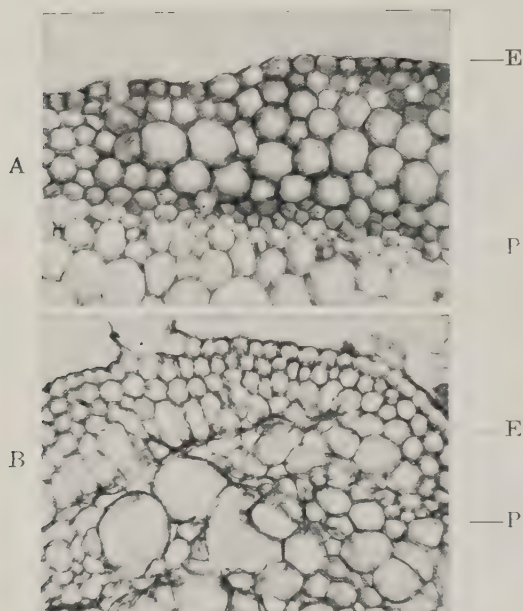


Abb. 6. *Cucumis sativus*. Stengelquerschnitt einer gesunden (A) und einer erkrankten Pflanze (B). E = Epidermis; P = prosenchymatische Zellen. Vergr. 170mal.

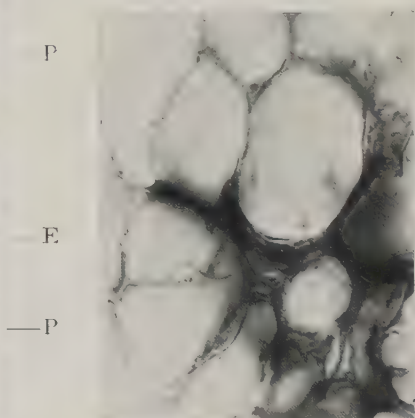


Abb. 7. *Cucumis sativus*. Querschnitt durch das Rindenparenchym einer erkrankten Pflanze. Vergr. 430mal.

Die Abbildungen 5 und 6 stellen Querschnitte durch das zweite Internodium oberhalb des Primärblattes dar und wurden mit der Rasierklinge als Handschnitte angefertigt. In dieser Region der infizierten Pflanzen treten die Nekrosen bevorzugt im Kambium und Phloem der Leitbündel des inneren Leitbündelkreises und in den prosenchymatischen Zellen der Rinde auf. In apikaler Richtung verstärken sich die Gewebedeformationen ebenso wie die Fluoreszenz und die Internodienverkürzung. Es kommen zunehmend, besonders von den Leitbündeln ausgehend, Nekrosen im Parenchym vor, wobei durch unregelmäßige Zellteilungen und ein regelloses Wachstum der „Wabenbau“ parenchymatischer Gewebe verloren geht (Abb. 7). In der Nähe der Sproßspitze lösen sich dann die Gefäßbündel vollständig auf, und eine Gewebedifferenzierung ist nicht mehr erkennbar. Ob die in den Gewebenekrosen fluoreszierenden Substanzen mit den extrahierbaren identisch sind bzw. im Zusammenhang stehen, muß in weiteren Untersuchungen noch geklärt werden.

Zusammenfassung

Das Rhabarber-Mosaik-Virus, eine bisher nicht beschriebene Virusart, ist auf Gurke (*Cucumis sativus* L.) mechanisch übertragbar. Als Symptome treten an infizierten Gurkenpflanzen besonders Chlorosen und Wachstumshemmungen durch starke Internodienverkürzungen auf. Der Vegetationspunkt stirbt je nach der Stärke der Infektion früher oder später ab. Das Symptombild ist jahreszeitlich unterschiedlich. — Die anatomische Untersuchung der Sproßachse ergab Nekrosen

sowohl im meristematischen Gewebe und im Leitungssystem als auch im parenchymatischen Grundgewebe. Die verbräunten nekrotischen Gewebe fluoreszieren im UV-Licht bläulichweiß. - Die im Wachstum gehemmten Pflanzen fluoreszieren im UV-Licht der Analysen-Quarzlampe in den Blattstielen, Blattnerven und in den gestauchten Sproßabschnitten stark bläulich. Bisher gelang es, zwei bläulich fluoreszierende Substanzen aus kranken Gurkenpflanzen zu extrahieren und papierchromatographisch zu trennen.

Summary

A new virus, named rhubarb-mosaic-virus, is mechanically transmissible to cucumber (*Cucumis sativus* L.) and causes chlorosis of leaves and inhibition of growth. The growing point of severely infected plants soon is killed. The symptoms are variable at different seasons.

In petioles, leaf veins and stunted parts of the shoots of diseased plants a bluish fluorescence can be observed in UV-light. It is also to be seen in transverse sections of necrotic stem tissues. Two bluish fluorescing substances have been extracted from infected plants and separated by paperchromatography.

Literatur

- Andreae, S. R. und Andreae, W. A. (1949): Canad. j. res. (C) **27**, 16, zitiert bei Reppel, L.: Über natürliche Cumarine. — Pharmazie **9**, 278–299, 1954.
- Andreae, W. A. (1948): Canad. j. res. (C) **26**, 31–44, zitiert bei Goodwin, R. H.: Fluorescent substances in plants. — Ann. rev. plant physiol. **4**, 283–304, 1953.
- Baumann, G. (1956): Die „Stecklenberger Krankheit“, eine bisher nicht beobachtete Viruserkrankung der Sauerkirsche. — Tijdschr. plantenziekten **62**, 51–56.
- Best, R. J. (1936): Studies on a fluorescent substance present in plants. 1. Production of the substance as a result of virus infection and some applications of the phenomenon. — Austral. j. exp. biol. med. sci. **14**, 199–213.
- (1944): Studies on a fluorescent substance present in plants. 2. Isolation of the substance in a pure state and its identification as 6-methoxy-7-hydroxy-1:2 benzo-pyrone. — Austral. j. exp. biol. med. sci. **22**, 251–255.
- (1948): Studies on a fluorescent substance present in plants. 3. The distribution of scopoletin in tobacco plants and some hypotheses on its part in metabolism. — Austral. j. exp. biol. med. sci. **26**, 223–230.
- Boyle, J. S., Moore, J. D. und Keitt, G. W. (1954): Cucumber as a plant host in stone fruit virus research. — Phytopathology **44**, 303–312.
- Eicke, R. und Bode, O. (1948): Zur Betrachtung von Virussympptomen im ultravioletten Licht. — Arch. ges. Virusforschg. **3**, 327–335.
- Geissman, T. A. (1956): The flavonoid constituents of normal and virusinfected peach and cherry leaves. — Arch. biochem. biophys. **60**, 21–26.
- Marx, Th. und Merckenschlager, F. (1932): Lumineszenz-analytische Studien an Kartoffelknollen. — Landw. Jahrb. **76**, 733–744.
- McLean, J. G. und Kreutzer, W. A. (1944): The determination of virus infections in the potato tuber by the use of ultraviolet light. — Americ. potato j. **21**, 131–136.
- Moore, J. D., Boyle, J. S. und Keitt, G. W. (1948): Mechanical transmission of a virus disease to cucumber from sour cherry. — Science **108**, 623–624.
- Mulder, D. (1954): De overbrenging van een virusziekte van zure kers op komkommer. — Tijdschr. plantenziekten **60**, 265–266.
- Resühr, B. (1942): Zur Chemie der Symptombildung viruskranker Pflanzen. — Z. Pflanzenkrankh. **52**, 63–83.
- Reznik, H. und Urban, R. (1957): Über den Metabolismus ¹⁴C-markierter Ferulasäure im Pflanzenversuch. — Naturwissenschaften **44**, 13.
- Willison, R. S. (1951): The effects of some stone-fruit viruses on cucumber. Plant dis. repr. **35**, 254–255.

Zur Rassenanalyse des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)

Von Alfred Hey

(Biologische Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow)

Mit 2 Abbildungen

Seit der Publikation der letzten biologischen Erkenntnisse über den Erreger des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.) sind einige Jahre vergangen. Die Zwischenzeit war ausgefüllt durch die zwar kleinräumige, aber unaufhaltsame Ausdehnung der Seuchengebiete sogenannter „aggressiver“ Biotypen in beiden Teilen Deutschlands. Alle Sanierungsaktionen vermochten diese trotz größter Bemühungen nicht einzuengen, da die verfügbare Menge krebsbiotypenfester Kartoffelsorten noch nicht ausreicht, um den gesamten Bedarf des Kartoffelanbaus der bedrohten Gebiete zu decken. Ebenso kennzeichnend für die letzten Jahre war die Entdeckung immer neuer, räumlich selbständiger Herde offensichtlich aggressiver Krebsrassen, über die von Zeit zu Zeit berichtet wurde (1, 2, 3, 4, 7, 8). Über die



Abb. 1-

Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*)

● = Gebiete mit Biotypenaufreten.

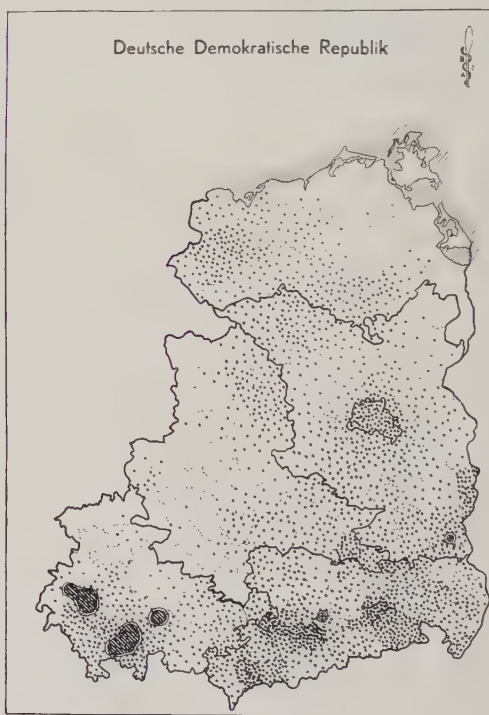


Abb. 2.

Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*)

Normaltyp = Rasse D₁

Befall um 1938 (Höchstbefall)

● = Orte mit Krebsauftreten

⊙ = Gebiet mit Biotypenauftreten 1956.

Zahl und Identität dieser Rassen war man zunächst durchaus im unklaren, da die überwiegende Mehrzahl aller zur Zeit vorhandenen Kartoffelsorten sich ihnen gegenüber als anfällig erwies und die Untersuchungen der ersten Jahre Befallsunterschiede signifikanter Art nicht erkennen ließen. In der Reihenfolge der Entdeckung isolierter Herde aggressiver Krebsrassen lassen sich in der jetzigen DDR folgende Etappen nachweisen:

- 1941 — Gießübel (Kreis Hildburghausen)
- 1942 — Kleinschmalkalden = Pappenheim (Kreis Schmalkalden)
- 1950 — Rudolstadt (Kreis Rudolstadt)
- 1951 — Koppatz (Kreis Cottbus)
- 1956 — Eulendorf (Kreis Hainichen).

Abbildung 1 zeigt die räumliche Lage der zur Zeit bekannten Fundorte aggressiver Krebsrassen beider Teile Deutschlands, die bis auf das Auftreten im Schwarzwald praktisch auf gleicher geographischer Breite liegen und sich auch landeskulturell nach Lage, Nutzungsweise u. a. weitgehend entsprechen. Über ihr Auftreten in der Bundesrepublik ist von anderer Seite (2, 7, 8) berichtet worden.

Abbildung 2 gibt die Lage der Seuchengebiete aggressiver Krebsrassen in den Bezirken der jetzigen DDR wieder. Sie sind hier eingefügt in eine Übersicht über die Krebsfundorte des sogenannten „Normaltyps“ zur Zeit der höchsten Verdichtung des Krebsauftretens im Jahre 1938, dessen Herde durch den Anbau krebsfester Sorten seitdem zum größten Teil getilgt und als erloschen erklärt werden konnten. Die Karte zeigt, daß die Herde aggressiver Rassen zumeist im Gebiet besonderer Verdichtungen im früheren Auftreten des Normaltyps liegen, so daß ökologische Begünstigungen auch für das Auftreten aggressiver Krebsrassen maßgeblich sein dürften.

Zur Rassenfrage des Kartoffelkrebses hielt sich jedoch trotz ständiger Zunahme isolierter Herde lange Zeit die Meinung, daß die Spezialisierung des Krebserregers nur sehr wenig Rassen nachweisen lassen dürfte, die sich auch nur mit der Tendenz zunehmender Aggressivität bemerkbar machen und denen gegenüber der sogenannte Normaltyp eine Krebsrasse von minderer Aggressivität wäre. Alle diese Annahmen haben sich inzwischen als unzutreffend erwiesen, und es hat den Anschein, als ob *Synchytrium endobioticum* sich hinsichtlich seiner Rassenaufgliederung keineswegs anders verhält wie die große Mehrzahl aller parasitischen Pilze, wenn man ihr Wirtspflanzen-sortenspektrum nur mit genügender Genauigkeit untersucht. Solche Analysen liegen zur Zeit von seiten der Biologischen Zentralanstalt Berlin der DAL in großer Breite und über 10 Jahre hinweg vor, wobei sich jeder Laboratoriumsprüfung einer Sorte oder eines Zuchtstammes beim Befund einer höheren Resistenz eine mehrjährige Freilandprüfung an natürlich verseuchtem Standort anschloß, dessen gleichmäßige Infektionsbasis durch ständige ausgleichende Verteilung von autonomem Wucherungsmaterial gesichert und durch Anbau von Standardsorten getestet wurde. Während der ersten Jahre dieser Untersuchungen, in deren Freilandanteil bisher etwa 450 Sorten und Zuchtstämme deutscher, niederländischer, tschechoslowakischer, ungarischer, polnischer, rumänischer und sowjetrussischer Herkunft einbezogen wurden, hatte es den Anschein, als ob zwischen den Erregerherkünften damals bekannter Fundorte sich nur geringfügige graduelle Unterschiede hinsichtlich ihrer physiologischen Befähigung nachweisen ließen. Diese Wahrnehmung führte damals zur Aufstellung einer Befallstypenskala von 0 bis 5, die sich auf der

gewichtsmäßig erfaßbaren Relation der Wucherungssubstanz zur Masse nicht erkrankter Knollensubstanz begründete. Über diese Befunde, die sich allerdings zunächst im wesentlichen nur auf die reizphysiologische Pathogenität der Krebsrasse G = Gießübel im Vergleich zum Normaltyp bei Labor- und Feldprüfungen bezogen, wurde 1951 (5) eingehend berichtet. Erst 1952 konnten auf der Pflanzenschutztagung der BBA in Münster/Westf. erste Aussagen (6) über offenbare physiologische Unterschiede zwischen damals bekannten aggressiven Krebsherkünften gemacht werden, die innerhalb einer bestimmten Sortengruppe sich durch graduelle Unterschiede im Befallstyp ausprägten.

Tabelle 1. Unterschiede im Befallstyp zwischen dem Normaltyp und aggressiven Krebsherkünften auf einem vorläufigen Testsortiment von 1952

Gruppe	Sorte	Normaltyp	Gießübel	Pappenheim	Koppatz
1	Deodara	4	5	5	4
	Bintje	2	4	4	4
	Erstling	2	2-3	2	2
2	Ackersegen	0	5	5	4
	Aquila	0	2	2	1
	Sickingen	0	1	2	2
3	Priska	0	5	1	4
	Carnea	0	5	2	5
	Parnassia	0	5	1	5
4	Fram	0	0	0	0
	Fontana	0	0	0	0
	Frühe Hörnchen	0	0	0	0

Die Verrechnung der Befunde hatte in den Versuchsjahren 1950-1952 in allen Fällen praktisch reproduzierbare Werte der Befallstypen ergeben, die in den Zahlen der Tabelle 1 wiedergegeben sind. Sie lassen unter den Sorten, die bis auf Bintje und Erstling deutsche Zuchten sind, einige bemerkenswerte Unterschiede erkennen. Die Sorten der Gruppe 1 sind durch Anfälligkeit für den Normaltyp und alle aggressiven Krebsrassen gekennzeichnet. Ihre Anfälligkeit für die aggressiven Rassen liegt teilweise bei gleichem Befallstyp, teils höher in Abhängigkeit von der jeweiligen Sorte. Auch die Sorten der Gruppe 2, die gegen den Normaltyp fest sind, steigern sich im Befallstyp von Sorte zu Sorte zwar sehr unterschiedlich, weisen aber zwischen den aggressiven Herkünften keine signifikanten Differenzen auf. Dagegen läßt die Gruppe 3 innerhalb einiger Sorten, die ebenfalls gegen den Normaltyp fest sind, bei der Herkunft Pappenheim einen weit geringeren Befallstyp erkennen als bei Gießübel und Koppatz, so daß die Selbständigkeit der Krebsrasse Pappenheim schon durch diese Befunde gesichert erscheint. Widerstandsfähig gegen alle damals bekannten Krebsherkünfte waren die Sorten der Gruppe 4.

Erst die Einbeziehung eines Zuchtstammes, der als Asche-Sämling bezeichnet wurde, in die laufenden Untersuchungen ließ erkennen, daß dieses Testsortiment durchaus vorläufigen Charakter hatte und weitere Prüfungen Aussicht auf wesentliche Erweiterung der Erkenntnisse boten. So wurden in den nächsten Jahren zahlreiche neue in- und ausländische Sorten und Zuchtstämme für die Rassenanalyse benutzt, aus der sich ein neues, zur Zeit gültiges

Testsortiment herauschälte, das in Tabelle 2 mit seinen Reaktionen auf die gleichen Krebsherkünfte der Tabelle 1 herausgestellt ist. Bei seiner Benutzung erübrigt sich die rechnerische Auswertung auf gradierte Anfälligkeit, die das erste Testsortiment nur im Freiland anzuwenden erlaubt. Die Anwendungsbreite des neuen Testsortimentes umfaßt die Laboranalyse mit künstlichen Infektionsmethoden und die Freilandanalyse auf natürlich verseuchtem Boden, da die Reaktionsbreite seiner Sorten in allen Fällen zwischen 0 = krebsfest (in der Tabelle mit — bezeichnet) und höheren Stufen der Anfälligkeit = stark krebsanfällig, den Befallstypen 4 und 5 entsprechend, (in der Tabelle mit + bezeichnet) schwankt.

Tabelle 2. Reaktionsunterschiede der Krebsanfälligkeit zwischen dem Normaltyp und aggressiven Krebsherkünften auf dem Testsortiment von 1956

Gruppe	Sorte	Normaltyp	Gießbübel	Pappenheim	Koppatz
1	Deodara	+	+	+	+
	Allerfrüheste Gelbe	+	+	+	+
2	Ackersegen	—	+	+	+
	Robusta	—	+	+	+
3	Blanik	—	—	+	+
	Universal	—	—	—	+
	Gülzow 1074	—	+	—	+
	Giewont	—	+	+	—
3a	Asche Sämling	+	+	—	—
4	Mira	—	—	—	—
	Argo	—	—	—	—
	Hilla	—	—	—	—

Die Erkenntnisse aus den Analysenbefunden dieses Sortimentes, in dessen Gruppen die Sorten mit gleicher Reaktion als Ersatzsorten zu gelten haben, sind recht vielseitig und interessant. Die Sorten der Gruppen 1 und 2 entsprechen in ihren Reaktionen prinzipiell den gleichen Sortengruppen der Tabelle 1. Sie sind in der Gruppe 1 hoch anfällig gegen alle hier bekannten Kartoffelkrebsrassen und lassen sich in ihren Reaktionen noch durch zahlreiche andere Sorten vertreten. Die Sorten der Gruppe 2 unterscheiden sich von denen der Gruppe 1 nur durch ihre Krebsfestigkeit gegen den sogenannten Normaltyp. Für die sogenannten aggressiven Krebsrassen sind sie hoch anfällig und ebenfalls durch zahlreiche weitere Sorten zusätzlich vertretbar. Von besonderer Bedeutung für das Testsortiment sind jedoch die Sorten der Gruppen 3 und 3a, deren Befunde prinzipiell ebenfalls den Sorten der gleichen Gruppe von Tabelle 1 entsprechen. Sie lassen erkennen, daß alle in der Tabelle aufgeführten Krebsherkünfte selbständige Rassen sind, die sich auf den einzelnen Sorten durch hochgradige Reaktionsunterschiede voneinander trennen lassen. Diese Aussage gilt aller Wahrscheinlichkeit nach auch für die in der Tabelle nicht aufgeführten Herkünfte Rudolstadt und Eulendorf, deren Analyse noch nicht ganz abgeschlossen ist. Es ist daher mit dem Vorhandensein von sechs selbständigen Rassen des Kartoffelkrebserregers auf dem Gebiet der DDR zu

rechnen. Entscheidende Bedeutung für die Bewertung des Normaltyps kommt der bisher einzigen Testsorte der Gruppe 3a zu, die für ihn und die Krebsrasse Giessübel hochanfällig, gegen die Rassen Pappenheim und Koppatz dagegen krebsfest ist. Sie läßt den relativen Wert der bisher benutzten Begriffe „Normaltyp“ und „aggressive“ Rassen deutlich erkennen. Es mußte schließlich auch erwartet werden, daß die jahrzehntelange Benutzung des Dahlemer Krebsmaterials zu den Krebsprüfungen der früheren Biologischen Reichsanstalt sich auf den Züchtungserfolg der deutschen krebsfesten Kartoffelsorten einseitig selektierend auswirkte und beim Auftreten anderer Rassen diese in den allermeisten Fällen von höherer Aggressivität waren. Nach dem Reaktionsbefund des Asche-Sämlings kann dieser Begriff nicht mehr als Kennzeichen der neugefundenen Krebsrassen aufrechterhalten werden, da auch der sogenannte Normaltyp in bestimmten Fällen von gleicher und höherer Aggressivität sein kann. Es muß daher auch auf diese Bezeichnung in Zukunft verzichtet werden, so daß vorgeschlagen wird, statt Normaltyp die Bezeichnung D_1 (= Dahlem) einzuführen und auch für jede andere selbständige Kartoffelkrebssorte den Anfangsbuchstaben ihres ersten Fundortes zu benutzen. Die weiteren in der DDR vorhandenen Rassen würden dann als G_1 (= Giessübel), P_1 (= Pappenheim), K_1 (= Koppatz), R_1 (= Rudolfstadt) und E_1 (= Eulendorf) zu bezeichnen sein, sofern sich die erwartete Selbständigkeit der beiden letztgenannten bestätigt. Der Zahlenindex läßt für die Zukunft bei neuen Rassen und Fundorten gleichen Anfangsbuchstabens durch fortlaufende Numerierung Verwechslungen in der Rassenbezeichnung vermeiden. Nicht minder bemerkenswert bleibt nach der Erkenntnis des Vorliegens von wahrscheinlich sechs selbständigen Krebsrassen in der DDR die Reaktion der Sortengruppe 4. Ihre Sorten haben sich bisher gegen alle zur Zeit bekannten hiesigen Krebsrassen als fest erwiesen, so daß man die Rassenanalyse der in der Bundesrepublik sicherlich ebenfalls weitgehend selbständigen Krebsrassen mit besonderem Interesse erwartet. Heute lassen die Sorten dieser Gruppe noch hoffen, daß es auch in Zukunft gelingen wird, die durch das Auftreten verschiedener Rassen des Kartoffelkrebses wesentlich vergrößerten Gefahr für den Kartoffelbau der ganzen Welt auf züchterischem Wege zu beherrschen.

Zusammenfassung

Es wird berichtet über die regionale Verbreitung der aggressiven Rassen des Kartoffelkrebses [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] in Deutschland und an Hand eines Testsortimentes aus in- und ausländischen Kartoffelsorten der Nachweis erbracht, daß die in der Deutschen Demokratischen Republik vorkommenden Rassen physiologisch selbständig sind. Der sogenannte Normaltyp, gegen den in Deutschland seit Jahrzehnten alle neugezüchteten Sorten selektiert wurden, erweist sich auf dem Testsortiment hinsichtlich seiner Aggressivität nicht als unterlegen.

Summary

Account is given about the regional distribution of the aggressive races of the potato cancer [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] in Germany. On the basis of a test - assortment of varieties of potatoes native and foreign, is pointed out that the races occurring in the German Democratic Republic, are physiologically independent. The so-called normal type, against which all newly bred sorts were selected in Germany throughout decades, proves to be not inferior as to its aggressive nature in the testassortment.

Literatur

1. Braun, H.: Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. — Ztschr. Pflanzenkr. **52**, 481–486, 1942.
2. Härle, A.: Der Kartoffelkrebs, *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., in Europa. Die Befallslage im Jahre 1953. — Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig), **7**, 136–139, 1955.
3. Hey, A.: Die Biotypenforschung beim Erreger des Kartoffelkrebses *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Deutschland. — Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutz., N.F. **2**, 1–3, 1948.
4. — — Über die Verbreitung des Kartoffelkrebserreger (*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.) in den Ländern der Deutschen Demokratischen Republik. — Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzensch., N.F. **4**, 93–96, 1950.
5. — — Untersuchungen über die Anfälligkeit von Kartoffelsorten gegen den Krebsbiotyp G. — Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzensch., N.F. **5**, 226–231, 1951.
6. — — Zur Biotypenfrage des Kartoffelkrebses. — Mitt. a. d. B.Z.A. Berlin-Dahlem, **75**, 173–175, 1953.
7. Winkelmann, A.: Biotypen des Kartoffelkrebserreger in Westdeutschland. — Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzensch. (Braunschweig) **4**, 140, 1952.
8. — — Weitere Fundstellen von Biotypen des Kartoffelkrebserreger in Westdeutschland. — Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzensch. (Braunschweig) **5**, 173–175, 1953.

Schwarzer Gerstenflugbrand (*Ustilago nigra* Tapke) in der Rumänischen Volksrepublik

Von Akad. Traian Săvulescu (Bukarest R. V. R.)

Mit 3 Abbildungen

Dieser Brand wurde erst in den letzten Jahren von dem gewöhnlichen (*Ustilago nuda* [Jens]. Rostrup) unterschieden und, genau wie dieser, vernichtet er die Ähren vollkommen, indem er sie zu einer staubigen Masse macht, die leicht vom Winde verweht wird.

Der Schwarze Gerstenflugbrand wird von einer anderen *Ustilago*-Art erzeugt, die eine verschiedene Biologie aufweist und andere morphologische und physiologische Charaktere hat.

Der gewöhnliche Flugbrand hat eine Blumeninfektion. Er wird nicht durch flüssige oder staubige fungizide Erzeugnisse bekämpft, sondern thermisch (mit warmen Wasser), so wie der Weizenflugbrand. Es wurde festgestellt, daß die Behandlung der Gerste mit warmen Wasser nicht immer zur vollkommenen Bekämpfung des Flugbrandes führt. In den von behandelten Samen stammenden Feldern findet man noch immer 1% Ähren mit Flugbrand.

Diese Feststellung, so wie die Literaturangaben: Tapke (12–17), Gutner (5), Todorova (18), Göksel (3), Sumilenko (11) usw. bezüglich der Existenz zweier *Ustilago*-Arten, die den Flugbrand erzeugen, *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup mit Blumeninfektion und *Ustilago nigra* Tapke mit Sameninfektion, veranlaßten uns, die Forschungen über die Verbreitung und Biologie derselben in der Rumänischen Volksrepublik aufzunehmen, um die besten Mittel zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes zu finden.

Die Verbreitung in der Rumänischen Volksrepublik und die verursachten Schäden

Bei uns fand man den Flugbrand sowohl auf der mehrzeiligen Gerste (*Hordeum hexastichum* L.) als auf der zweizeiligen Gerste (*Hordeum distichum* L.).

Fischer (2) konnte auch auf *Hordeum nodosum* L., *Elymus canadensis* L. und *Sitanion jubatum* J. G. Sm. Infektionen hervorrufen.

Unsere Forschungen (9) begannen mit dem Ernten der Probeähren mit Flugbrand in verschiedenen Gegenden des Landes.

Das Ernten der Probebrandähren wurde von den mit dem Pflanzenschutz der Experimentalstationen I.C.A.R. verantwortlichen phytosanitären Referenten und von den Mitarbeitern der I.C.A.R.-Sektion für Phytopathologie vollzogen.

Man erntete und analysierte Probebrandähren aus verschiedenen Bezirken und Kreisen der Rumänischen Volksrepublik, wobei jede Probe wenigstens 20 geerntete Ähren enthielt, die separat eingepackt wurden, um das Schütteln der Sporen von einer zur anderen zu vermeiden. Unter diesen Proben bieten nur 161 Gewißheit mit Bezug auf die Beachtung der Erntebedingungen für Brandähren.

Um die *Ustilago*-Arten, die den Flugbrand erzeugen, festzustellen, hat man die Analyse der geernteten Proben durch Prüfung am Mikroskop der von jeder einzelnen Brandähre erzeugten Chlamydosporen im Ruhestand und in Keimung vorgenommen.

Die Bestimmung der Arten wurde mit Rücksicht auf die Unterschiede zwischen den morphologischen, aber hauptsächlich physiologischen Charakter der Chlamydosporen der zwei bis zur Zeit bekannten gerstenflugbranderzeugenden *Ustilago*-Arten gemacht.

Unter den morphologischen Charakteren der Chlamydosporen wurden Form, Dimensionen, Größe der Stachel und Farbe beobachtet. Als physiologische Charaktere der Chlamydosporen wurde nur deren Keimung auf einem Kartoffelextraktboden mit 2% Agar und Dextrose in Betracht gezogen.

Nach Prüfung der 161 Probebrandähren, die aus 144, in 71 Kreisen aus 18 Bezirken situierten Ortschaften stammen und beinahe aus 6000 Brandähren bestehen, wurde folgendes festgestellt:

- a) 96 Proben, die aus 88 in 50 Kreisen, aus 16 verschiedenen Bezirken situierten Ortschaften stammen, haben nur Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup aufgewiesen.

Tabelle 1. Die Verbreitung von *Ustilago nigra* Tapke

Nr.	Bezirk	Kreis	Ortschaft
I	Bacău	Buhuși	Podoleni
II	Craiova	Buhuși	Rediu
		Gilort	Tereujani
		Gilort	Tg. Logrești
III	Galați	Galați	Tulucești
IV	Iași	Hîrlău	Hîrlău
V	Stalin	Făgăraș	Beclean
		Făgăraș	Făgăraș
		Făgăraș	Mîndra
		Făgăraș	Voila
VI	Suceava	Fălticeni	Rădășeni

- b) 14 Proben, die aus 11, in 6 Kreisen aus 6 verschiedenen Bezirken situierten Ortschaften stammen, haben nur Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke, einer, bei diesen Forschungen zum ersten Male in unserem Lande angetroffenen Art aufgewiesen (Tabelle 1).



Abb. 1. Die Verbreitung von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nuda* Tapke in der Rumänischen Volksrepublik in den Jahren 1952-1954.

c) 51 Proben, die aus 44, in 27 Kreisen aus 15 verschiedenen Bezirken situierten Ortschaften stammen, weisen sowohl Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup als auch von *U. nigra* Tapke auf. In diesem letzten Falle weisen die Proben Chlamydosporen der einen oder der anderen schon erwähnten Art nur auf verschiedenen Ähren auf (Tabelle 2).

Auf Grund dieser Ergebnisse schloß man, daß der Gerstenflugbrand in der Rumänischen Volksrepublik von 2 *Ustilago*-Arten erzeugt wurde und zwar *U. nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke. Die Verbreitung der zwei, in der Rumänischen Volksrepublik gerstenflugbranderzeugenden *Ustilago*-Arten ist auf der Landkarte wiedergegeben (Abb. 1).

Tabelle 2. Die Verbreitung der Arten *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nigra* Tapke

Nr.	Bezirk	Kreis	Ortschaft
I	Arad	Arad	Arad
II	Bucureşti	Arad	Vinga
		Brăneşti	M. Domnească
		Brăneşti	Livedea
		Călăraşi	Dragalina
		Lehliu	Plevna
		Răcari	Trestieni
		Snagov	Tigăneşti
		Snagov	Săftica
		Snagov	Ciolpani
III	Cluj	Aiud	Aiud
IV	Constanţa	Luduş	Luduş
		Feteşti	Cocargea-Borcea
		Feteşti	Cocargea-Baital
		Feteşti	Cocargea-Lupul
		Feteşti	Cocargea-Nebun
		Feteşti	Cocargea-Cornul
		Feteşti	T. Vladimirescu
		Feteşti	Vlădeni
		Medgidia	Basarabi
		Medgidia	Ciocîrlia de Jos
		Medgidia	Medgidia
V	Craiova	Amaradia	Stoina
VI	Galaţi	Călmăţui	Insurăţei
VII	Hunedoara	Ilia	Ilia
		Sebeş	Miercurea
VIII	Iaşi	Tg. Frumos	Bălţaţi
IX	Oradea	Oradea	Oradea
X	Piteşti	Drăgăşani	Călina
		Drăgăşani	Căzăneşti
		Drăgăşani	Strejeşti
		Drăgăşani	Suteşti
XI	Ploieşti	Buzău	Ulmeni
		Ploieşti	V. Călugărească
XII	Reg. Auton. Magh.	Tg. Mureş	Tg. Mureş
		Tg. Săcuiesc	Lunga
		Tg. Săcuiesc	Mărcuşa
XIII	Stalin	Făgăraş	Felmer
		Făgăraş	Sercaia
		Sibiu	Sibiu
		Stalin	Măgurele
XIV	Suceava	Suceava	Suceava
XV	Timişoara	Caransebeş	Caransebeş
		Timişoara	Jimbolia

Man bemerkt, daß sich der Pilz *U. nigra* Tapke, zum Unterschied von der *U. nuda* (Jens.) Rostrup in den feuchten Gegenden festgesetzt hat, und sogar starke Infektionszentren bildet, wie z. B. der nördliche Teil des Bezirks Craiova, der Kreis Făgăraş, der Bezirk Bacău, der Bezirk Suceava.

Die Anwesenheit des Pilzes *U. nigra* Tapke in verschiedenen Stellen regenärmerer Gegenden kann man in den meisten Fällen durch den Samenaustausch oder durch das Bestehen günstiger Mikroklimatbedingungen längs Tälern oder an See-Ufern erklären (zum Beispiel im nördlichen Teil des Sees Brateş).

Was die Schäden anbetrifft, sind 40% der vom Flugbrand verursachten Verluste dem Angriff des Pilzes *U. nigra* Tapke allein oder zusammen mit dem Pilz *U. nuda* (Jens.) Rostrup zu verdanken. Diese Gegebenheit ist für die Empfehlung der Bekämpfungsmittel äußerst wichtig, da die Infektionsart des Pilzes *U. nigra* Tapke sich von der des Pilzes *U. nuda* (Jens.) Rostrup unterscheidet. Es geht also hervor, daß die Möglichkeit vorhanden ist, den Gebrauch der Warmwasserbehandlung für die Flugbrandbekämpfung einzuschränken.

Dies wird in den Gegenden, wo der Flugbrand nur von der Art *U. nigra* Tapke erzeugt wird, durch die Ersetzung der Warmwasserbehandlung mit einer der gegen den gedeckten Brand angewandten ähnlichen Behandlung ermöglicht.

In den Gegenden, wo der Flugbrand von dem Pilz *U. nigra* Tapke und von dem Pilz *U. nuda* (Jens.) Rostrup erzeugt wird, kann man die Behandlung mit verschiedenen chemischen Präparaten empfehlen, wobei man gleichzeitig sowohl den von der Art *U. nigra* Tapke erzeugten Flugbrand, als auch den von dem Pilz *U. hordei* (Pers.) Lagerh. erzeugten gedeckten Brand, bekämpft. Für die Bekämpfung des von *U. nuda* (Jens.) Rostrup erzeugten Brandes und besonders in den mit dieser Art stark infizierten Gegenden, wird man zusätzlich die Warmwasserbehandlung anwenden.

Vergleichungsforschungen über die von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke angegriffenen Gerstenpflanzen

Die oben angegebenen Forschungen über von *Ustilago*-Arten angegriffenen Gerstenpflanzen haben in einer ersten Etappe nur Beobachtungen über die Teilinfektionen der Pflanzen und Ähren erfaßt.

Was die Angriffssymptome anbetrifft, hat man festgestellt, daß es zwischen den angegriffenen und den gesunden Pflanzen bis zur Bildung der Ähre keinen offenbaren Unterschied gibt. Mit der Bildung der Ähre bekommen die bedeckenden Blätter eine bläuliche Färbung, die sich von der grünen Farbe der gesunden Pflanzenblätter unterscheidet. Diese Färbung der bedeckenden Blätter der Brandähre ist im Falle des Angriffs beider *Ustilago*-Arten gleich.

Große Unterschiede beobachtet man aber mit Bezug auf das Erscheinen und Aussehen der angegriffenen Ähren. Nach zweijährigen Studien stellte man fest, daß die Brandähren im Bezirke Bukarest zur selben Zeit wie die gesunden Ähren, das heißt in der ersten Hälfte des Monats Mai, erscheinen. Analysiert man aber die erschienenen Brandähren, so bemerkt man, daß diese nur Chlamydosporen der Art *U. nuda* (Jens.) Rostrup aufweisen. Das Erscheinen der Brandähren mit Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke findet später, nach einem Abstand von 10–12 Tagen, statt.

Was das äußere Aussehen der Brandähren anbetrifft, ergab sich, daß das Freilassen der Chlamydosporen noch zur Zeit, wo die Ähre sich in der obersten Blattscheide befindet, durch das Zerplatzen der Außenmembran, die die Chlamydosporenmasse bedeckt, beginnt. Diese Ähren lassen beim Ausgang

aus den obersten Blattscheiden die Chlamydosporen leicht frei und nehmen dann das Aussehen gestäubter Ähren an.

Bei den von der Art *U. nigra* Tapke angegriffenen Ähren beginnt die Freilassung der Chlamydosporen in den meisten Fällen nach dem Austritt aus den obersten Blattscheiden. Im allgemeinen aber weisen solche Ähren auch nach dem Austreten aus der obersten Blattscheide ein kompaktes Aussehen auf, da sie noch einige Zeit die Außenmembran ganz bewahren.

Die Farbe der von *U. nuda* (Jens.) Rostrup-Art angegriffenen Ähren schlägt ins Bräunliche, die der von der Art *U. nigra* Tapke angegriffenen aber ins Dunkelbraunschokoladenfarbige oder sogar ins Schwarze. Auf Grund dieser Farbenunterschiede der angegriffenen Ähren konnte man die *Ustilago*-Art in 80–90% der Fälle genau feststellen.

Dieses Feststellen ist, wenn man die Brandähre sogleich nach dem Austritt aus der obersten Blattscheide analysiert, viel leichter und wird durch den Regen, der manchmal das Chlamydosporenpulver beinahe gänzlich abwäscht, sehr erschwert.

In bezug auf die Teilinfektion fand man Gerstenpflanzen, die nur einige Brandähren enthielten; man fand auch Teilinfektionen in derselben Ähre. Es wurden Beobachtungen über die Bestockung der angegriffenen Pflanzen gemacht. Man hat festgestellt, daß die angegriffenen Pflanzen eine kleinere Anzahl von Seitentrieben als die gesunden haben; so sind 4 Seitentriebe die äußerste Grenze, die unterste aber kein einziger Seitentrieb, das heißt ein einziger Halm mit einer Brandähre. Man trifft oft die Anzahl von 2 Seitentrieben und sehr selten die von 4 Seitentrieben. Sehr selten hat man einen Blätterangriff bemerkt.

In wenigen Fällen entwickeln sich von den gebildeten Seitentrieben einige weiter und bilden Ähren; erreicht man aber die Bildung der Ähre, so findet man diese meistens bei einem einzigen Seitentrieb und ganz ausnahmsweise bei 2 Seitentrieben.

Die Seitentriebe, die die Ähren bilden, haben im allgemeinen Brandähren; trotzdem hat man in einigen Fällen auch gesunde Ähren bei von angegriffenen Pflanzen stammenden Seitentrieben vorgefunden. In all diesen Fällen gehörten die gesunden Ähren Seitentrieben von minderer Größe an.

Morphologische und physiologische Forschungen

Die Forschungen mit Bezug auf die Morphologie befaßten sich mit der Form, den Dimensionen, den Ornamentierungen und der Farbe der Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke. Man unternahm gleichfalls biologische Vergleichsmessungen bei 600 Chlamydosporen für jede einzelne Art.

Bei *U. nuda* (Jens.) Rostrup:

Länge:	5	5,5	6	6,5	7	7,5 μ			
	7	13	93	163	298	26 fr.	M = 6,66 μ	$\delta = \pm 0,48$	m = $\pm 0,02$
Breite:	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7 μ	M = 5,50 μ	$\delta = \pm 0,67$ m = $\pm 0,03$
	3	12	236	138	108	57	46 fr.		

Bei *U. nigra* Tapke:

Länge:	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8 μ		
	2	4	25	155	401	12	1 fr.	M = 6,82 μ	$\delta = \pm 0,30$ m = $\pm 0,01$
Breite:	5	5,5	6	6,5	7 μ			M = 5,78 μ	$\delta = \pm 0,17$ m = $\pm 0,007$
	110	159	246	53	32 fr.				

Die Ergebnisse zeigen, daß die Form der Chlamydosporen ähnlich ist, nämlich rund oder leicht oval. Die Größe der Chlamydosporen ist fast gleich: *U. nuda* (Jens.) Rostrup $5-7,5 \times 4-7 \mu$; *U. nigra* Tapke $5-8 \times 5-7 \mu$. Die Ornamentierung der Chlamydosporen ist verschieden, und zwar sind die Stacheln der Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke kleiner und weniger sichtbar als die der Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup. Die Farbe der Chlamydosporen ist verschieden, und zwar stellt man bei den Sporen von *U. nigra* Tapke eine dunkelbraune Schokolade-Farbe fest, die sich von der Farbe der *U. nuda* (Jens.) Rostrup-Sporen unterscheidet. Diesen Unterschied zwischen der Größe der Stacheln und der Farbe der Chlamydosporen der 2 *Ustilago*-Arten kann man leicht beobachten.

Folglich kann man sagen, daß beim ersten Anblick kein Unterschied zwischen den Chlamydosporen der beiden gerstenflugbrand erzeugenden *Ustilago*-Arten zu sein scheint. Diese Erfahrung wird durch die Tatsache, daß man lange Zeit die 2 *Ustilago*-Arten nicht abgesondert hat, noch bestätigt. Prüft man mit Aufmerksamkeit die Chlamydosporen aus verschiedenen Brandähren, so stellt man fest, daß man die 2 *Ustilago*-Arten sogar auf Grund der



Abb. 2. Die Keimung der Chlamydosporen von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup.

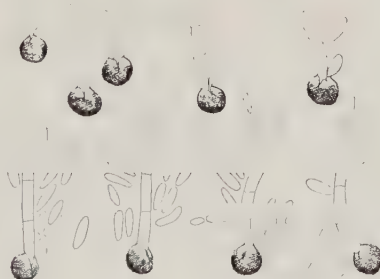


Abb. 3. Die Keimung der Chlamydosporen von *Ustilago nigra* Tapke.

Unterschiede zwischen den morphologischen Charakteren, nämlich der Größe der Stacheln und der Farbe der Chlamydosporen, trennen kann.

Die Forschungen mit Hinsicht auf die Physiologie der 2 *Ustilago*-Arten haben in einer ersten Etappe nur einige Punkte der Physiologie der Chlamydosporen erfaßt und zwar: die Keimung der Chlamydosporen auf dem Nährboden, den Einfluß des Nährbodens und der Temperatur auf die Keimung der Chlamydosporen, die Art der Infektion der 2 *Ustilago*-Arten.

In den Forschungen, die sich auf die Keimung der Chlamydosporen auf dem Nährboden beziehen, hat man Chlamydosporen aus 161 Standorten von den Arten *U. nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke gebraucht, die in denselben Boden-, Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen zum Keimen gebracht wurden.

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß die Chlamydosporen der 2 *Ustilago*-Arten bei denselben Keimungsbedingungen verschiedenartig aufkeimen. Während die Chlamydosporen der Art *U. nuda* (Jens.) Rostrup nur Mycelfäden erzeugen (Abb. 2), erzeugen die Chlamydosporen der Art *U. nigra* Tapke ein dreizelliges Promycel, auf dem sich dann zahlreiche Basidiosporen bilden (Abb. 3). Die Größe des Promycels ist $18-24 \mu$, die der Basidiosporen $8-18 \times 3-5 \mu$.

Diese verschiedenartige Keimung der Chlamydosporen der 2 *Ustilago*-Arten ist auch laut Literaturangaben konstant und bezeichnend für jede einzelne Art. Es ergibt sich somit, daß die Keimungsart der Chlamydosporen eine außerordentliche Bedeutung für die Absonderung der 2 *Ustilago*-Arten hat, da sie mit Gewißheit die Anwesenheit des einen oder des anderen der den Flugbrand und den Gerstenschwarzbrand erzeugenden Pilze angibt.

In den Forschungen hinsichtlich des Nährbodeneinflusses auf die Chlamydosporenkeimung wurden Chlamydosporen aus 17 Standorten von *U. nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke gebraucht, die auf 4 Nährböden (Czapek, Dodge, einfacher Agar und Kartoffelextrakt mit Agar und Dextrose 2%), deren p_H zwischen 6–7 (respektive: 6,2; 6,1; 6,8; 6,4) gelegen ist, zur Keimung gebracht wurden. Die Chlamydosporen stammten von vor ungefähr 30 Tagen geernteten Brandähren; die Keimungstemperatur: 18–20° C; die Keimungsdauer ist 48 Stunden in Petrischalen; die Keimung der Chlamydosporen wurde in Prozenten ausgedrückt (Tab. 3).

Tabelle 3. Die Keimung der Chlamydosporen von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nigra* Tapke auf verschiedenen Nährböden

Nr.	Standorte	Boden bzw. Nährsubstrat							
		Czapek		Dodge		Einfacher Agar		Kartoffel-extrakt mit Agar und Dextrose 2%	
		<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>
1	Sutești	59	63	60	81	6	5	70	95
2	M. Domnească. .	64	79	58	79	8	6	74	100
3	Insurăței	53	61	64	75	4	9	81	98
4	Tigănești	40	64	68	68	7	4	82	95
5	Săftica	45	70	70	71	6	6	79	92
6	Livedea	42	66	82	70	5	10	75	97
7	Dragalina	51	73	65	80	4	9	69	100
8	Perișoru	54	62	63	74	8	5	70	100
9	Jegălia	48	58	59	71	10	4	71	94
10	Ciolpani	42	54	67	81	5	6	70	100
11	Miercurea	47	61	72	77	4	7	75	100
12	Borcea	46	65	74	79	3	10	80	94
13	Suceava	49	72	63	87	5	4	81	96
14	Aiud	48	68	62	81	4	12	71	100
15	Vinga	59	71	75	90	6	10	81	100
16	Călina	54	54	69	74	6	8	77	95
17	Jimbolia	50	70	71	86	7	9	74	100
Durchschnitt . .		50	65,3	67,1	78,5	5,2	7,2	75,2	97,4

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen den Einfluß des Nährbodens auf die Keimung der Chlamydosporen und zwar:

- Bei der günstigen Keimungstemperatur (18–20° C) in Petrischalen, auf denselben Nährböden, keimen die Chlamydosporen der *U. nuda* (Jens.) Rostrup, 48 Stunden nach Besamung, im allgemeinen in einem kleineren Prozentsatz als die *U. nigra* Tapke-Chlamydosporen.
- Bei der günstigen Temperatur (18–20° C) stellt man in Petrischalen auf verschiedenen Nährböden, 48 Stunden nach Besamung, verschiedene Prozente von gekeimten Chlamydosporen für jede einzelne Art fest. Die

größten Keimungsprozente wurden im Falle beider *Ustilago*-Arten auf dem Nährboden von Kartoffelextrakt mit Agar und Dextrose 2%, die kleinsten aber auf dem gewöhnlichen Ackerboden festgestellt.

Die Unterschiede der Keimungsprozente für jede einzelne *Ustilago*-Art bleiben, mit seltenen Ausnahmen, im Rahmen jeder Chlamydosporen-Standorte, die in denselben Bedingungen zur Keimung gebracht wird, beinahe konstant. Die Keimungsprozente verändern sich aber viel mehr zwischen verschiedenen Standorten, sowohl im Rahmen derselben *Ustilago*-Art, als auch besonders zwischen den 2 genannten Arten.

Daraus kann man schließen, daß die Keimung der Chlamydosporen der 2 *Ustilago*-Arten von der Natur des Nährbodens beeinflußt wird.

In den Forschungen über den Einfluß der Temperatur auf die Chlamydosporenkeimung hat man Chlamydosporen aus 10 Standorten von *U. nuda* (Jens.) Rostrup und *U. nigra* Tapke gebraucht, die auf denselben Nährböden (Kartoffelextrakt mit Agar und Dextrose 2% mit $p_H = 6,4$) zur Keimung gebracht wurden. Die Chlamydosporen stammten von vor ungefähr 120 Tagen geernteten Brandähren, die Keimungstemperatur war 7° C, 16° C, 20° C, 26° C, die Keimungsdauer in Petrischalen ist 48 Stunden, die Keimung der Chlamydosporen ist in Prozenten ausgedrückt (Tab. 4).

Tabelle 4. Die Keimung der Chlamydosporen von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nigra* Tapke bei verschiedenen Temperaturen

Nr.	Standorte	7° C		16° C		20° C		26° C	
		<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>
1	Aiud	7	15	63	80	75	98	63	78
2	Dragalina	10	13	66	81	73	98	64	73
3	Feteşti	5	9	57	80	75	100	65	80
4	Insurăţei	5	12	64	80	78	96	70	77
5	Jimbolia	5	20	65	79	79	100	67	75
6	Livedea	10	14	62	75	77	97	65	80
7	M. Domnească . .	7	15	61	73	81	99	67	76
8	Suceava	10	17	64	74	80	96	66	79
9	Suteşti	6	10	59	78	76	95	63	81
10	Tigăneşti	9	21	58	83	80	96	69	75
Durchschnitt . .		7,4	14,6	61,9	78,3	79,4	97,5	65,9	77,4

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen den Einfluß der Temperatur auf die Keimung der Chlamydosporen und zwar:

- Bei derselben Temperatur, in Petrischalen, keimen aus denselben Nährböden, 48 Stunden nach Besamung, die *U. nuda* (Jens.) Rostrup-Chlamydosporen im allgemeinen in einem minderen Prozent als die Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke.
- Bei verschiedenen Temperaturen stellt man auf demselben Boden in Petrischalen, 48 Stunden nach Besamung, verschiedene Prozente gekeimter Chlamydosporen für jede einzelne Art fest.

Folglich kann man behaupten, daß die Keimung der 2 *Ustilago*-Arten durch die Temperatur beeinflußt wird. Die günstigste Temperatur für die Keimung der Chlamydosporen beider Arten lag zwischen 18–20° C.

Im Rahmen der Forschungen mit Bezug auf die Infektionsart der 2 *Ustilago*-Arten hat man auch Blüteninfektionen auf der Gerstensorte Cenad 395 vorgenommen.

Die Sameninfektionen wurden auf einem zuvor desinfizierten Gerstensamen gemacht, der dann durch die Bestäubungsmethode mit 4 g Chlamydosporen für 1 kg Samen infiziert wurde. Die Sameninfektionen wurden separat sowohl mit Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup als auch mit Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke ausgeführt.

Die auf diese Weise infizierten Samen wurden auf je 30 qm Feld für jede einzelne *Ustilago*-Art gesät. Um die Prozente der Infektion festzustellen, hat man einerseits die erschienenen Brandähren gezählt und andererseits die Keimung der Chlamydosporen jeder einzelnen Ähre analysiert. Die erhaltenen Ergebnisse sind auf Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5. Die Ergebnisse der Sameninfektionen mit *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nigra* Tapke

Nr.	Variante	<i>U. nuda</i> %	<i>U. nigra</i> %
1	Desinfizierter Gerstensamen Cenad 395 durch Bestäubung mit Chlamydosporen von <i>U. nuda</i> infiziert	0	0,05
2	Desinfizierter Gerstensamen Cenad 395 durch Bestäubung mit Chlamydosporen von <i>U. nigra</i> infiziert	0	8,20
3	Desinfizierter Gerstensamen Cenad 395	0	0,02
4	Gerstensamen Cenad 395	0,5	0,10

Die Analyse der in dieser Tabelle angegebenen Ergebnisse führt zu folgenden Schlußfolgerungen:

- a) Die Sameninfektionen mit *U. nuda* (Jens.) Rostrup-Sporen haben keine Brandähren erzeugt, eine Tatsache, die unsere bisherigen Kenntnisse bezüglich ausschließlicher Blüteninfektion im Falle dieser *Ustilago*-Art bestätigt.
- b) Die Sameninfektionen mit Sporen von *U. nigra* Tapke haben hohe Prozente Brandähren erzeugt. Dieser hohe Befall von Flugbrandähren bildet ein neues Ergebnis in unseren Forschungen, die die angedeuteten Ergebnisse anderer Forscher, daß die Infektion von den Sporen der Samenoberfläche gezeugt wird, bestätigen, und unsere Feststellung bezüglich der unvollkommenen Wirksamkeit der Warmwasserbehandlung teilweise erklärt.

Die Blüteninfektionen wurden bei einer Anzahl von 2000 Gerstenähren in verschiedenen Etappen der Bildung der Ähre durch die Vacuum-Methode und die Injektionsmethode vorgenommen, wobei man eine Sporensuspension aus 2 g Chlamydosporen, 1 Liter Wasser und 10 g Glukose gebraucht hat. Die Blüteninfektionen wurden separat sowohl mit Chlamydosporen von *U. nuda* (Jens.) Rostrup als auch mit Chlamydosporen von *U. nigra* Tapke ausgeführt. Der von den infizierten Ähren stammende Samen wurde aufs Feld gesät, und um die Prozente der Infektionen festzustellen, hat man das nächste Jahr einerseits die Zählung der erschienenen Brandähren vorgenommen und andererseits die

Keimung der Chlamydosporen jeder einzelnen Brandähre analysiert. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 6 angegeben.

Die Analyse der in dieser Tabelle enthaltenen Ergebnisse führt uns zu folgenden Schlußfolgerungen:

- a) Die Blüteninfektionen mit einer Sporensuspension von *U. nuda* (Jens.) Rostrup haben hohe Prozente Brandähren erzeugt, eine Tatsache, die unsere bisherigen Kenntnisse bezüglich der Blüteninfektion im Falle dieser *Ustilago*-Art bestätigt.
- b) Die Blüteninfektionen mit einer Sporensuspension von *U. nigra* Tapke gaben kleine aber doch ansehnliche Prozente Brandähren, eine Tatsache, die die Behauptungen einiger Forscher über die Möglichkeit der Erzeugung von Blüteninfektionen auch im Falle der Art *U. nigra* Tapke, konkret bestätigt. Die Erhaltung positiver Ergebnisse im Falle von Blüteninfektionen mit dieser *Ustilago*-Art ist bemerkenswert und muß mit anatomisch-morphologischen Forschungen über den Samen ergänzt werden, um genau zu bestimmen, ob die Lokalisierung des Schmarotzers zwischen dem Vorspelz und der Fruchtschale oder im Inneren des Embryo stattfindet. Diesen Forschungen zufolge wird man feststellen können, ob es sich bei *U. nigra* Tapke wirklich um eine Blüteninfektion handeln kann.

Tabelle 6. Die Ergebnisse der Blüteninfektionen mit *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Ustilago nigra* Tapke

Vegetationsstadium	Vacuum-Methode Sporensuspension von				Injektionsmethode Sporensuspension von			
	<i>U. nuda</i>		<i>U. nigra</i>		<i>U. nuda</i>		<i>U. nigra</i>	
	brandige Pflanzen in Prozent							
	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. nigra</i>
Die Ähre in der obersten Blattscheide	—	—	—	—	73,6	0	0	3,2
Die Ähre halb in der obersten Blattscheide . . .	—	—	—	—	82,1	0	2,9	10,2
Die Ähre aus der obersten Blattscheide ausgetreten	11,4	0	0,3	0,4	68,0	0	1,7	6,7

- c) Die Wirksamkeit der Infektionsmethoden ist verschieden: sie ist im Falle der Injektionsmethode, die auch den Vorteil hat, die Infektion auch in früheren Bildungsphasen der Ähre durchzuführen, was die Beseitigung der natürlichen Infektion ohne besondere Maßnahmen erlaubt, größer.

U. nigra Tapke wurde in den USA, der Ungarischen Volksrepublik, der Rumänischen Volksrepublik, der Bulgarischen Volksrepublik, der Türkei und UdSSR festgestellt.

Die Darstellung der Angaben bezüglich der Verbreitung und Biologie der *Ustilago*-Arten hilft zu der neuen Orientierung, die der Anwendung der Gerstenflugbrandbekämpfungsmethoden gegeben werden muß. Diese neue Orientierung enthält die Möglichkeit, die Benützung der Warmwassermethode einzuschränken, oder sogar durch die Einführung der Anwendung von Behandlungen mit Formalin oder anderen chemischen Präparaten zu ersetzen. Auf diese Weise kann die Bekämpfung des von der Art *U. nigra* Tapke erzeugten Flugbrandes und des von der Art *U. hordei* (Pers.) Lagerh. erzeugten gedeckten

Brandes weit verbreitet und in die Praxis des landwirtschaftlichen Betriebes eingeführt werden.

Tapke (16, 17) hat bei *U. nigra* Tapke physiologische Rassen in den USA und Israel abgesondert.

Summary

1. In the Rumanian People's Republic the pathogenic agent of the black loose smut of barley, *Ustilago nigra* Tapke, was found on *Hordeum hexastichum* L. and on *H. distichum* L.
2. The examinations of 161 samples collected from the majority of the regions of the country, lead to the conclusion that it is extended mostly in the dampest regions of the country and that it produces, either single or associated with *U. nuda*, 40 per cent of the damages caused by the loose smut.
3. The symptoms produced by the two species are different concerning: the moment of apparition of the smutted ears in the field, the aspect of the diseased ears, the colour of the diseased ears, the formation of tillers.
4. The size of the chlamidospores of both species is similar: the chlamidospores of *U. nigra* are darker in colour and present smaller echinulations than those of *U. nuda*.
5. During germination the chlamidospores of *U. nuda* (Jens.) Rostr. generate exclusively mycelious filaments, while those of *U. nigra* Tapke produce a basidium with basidiospores. The germination of the chlamidospores of both species is related to temperature, the optimum being 18–20° C.
6. The results of the experiments show that only *U. nigra* Tapke produces a seed infection in high percentages. The cases of floral infections by *U. nigra* are scarce. Based on the data, we consider that the control of *U. nigra* Tapke should consist of treatments similar to those of covered smut [*U. hordei* (Pers.) Lagerh.].

Literatur

1. Butler, E. J. and Jones, S. G.: Plant Pathology. Mac Millan et Co., London 1949, 125, 428, 429.
2. Fischer, G. W.: Studies on the susceptibility of forage grasses to cereal smut fungi. II. A preliminary report on *Ustilago hordei* and *U. nigra*. — Phytopath. **29**, 6, 490–494, 1939.
3. Göksel, N.: Türkiyede Arpa rastinin yeni amili *Ustilago nigra*. — Zir. Derg. 8–12, 1950.
4. Grassö, V.: Il rinvernimento di una nuova specie di *Ustilago* dell' orzo in Italia (*U. nigra* Tapke). — R. C. Accad. Lincei, ser. VIII, **4**, fasc. 1, 98–102, fig. 1, 1948.
5. Gutner, L. S.: Golovneviie gribi Ogiz. Selhosgiz, Moskva 1941, 97.
6. Minz, G.: The occurrence of *U. nigra* on barley in Palestine. — Palest. Journ. Bot. Reh. Ser. **4**, 205–206, 1944.
7. Podhradsky, J. és Király, Z.: Az *U. nigra* Tapke (árpa fekete porüszög előfordulása). — Magyarországon-Növénytermelés **3**, 1–2, 123–128, 1954.
8. Săvulescu, T.: Ustilaginales der Rumänischen Volksrepublik. — Ver. der Akademie der Rumänischen Volksrepublik, Bukarest 1955, 46.
9. — și Becerescu, D.: Contribuțiuni la cunoașterea răspîndirii și biologiei ciupercilor *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. et Sw. și *Ustilago nigra* Tapke, care produc tăciunele sburător la orz în R.P.R. — Anal. ICAR., **22**, 3, 589–596, 1955.
10. — și colaboratorii: Starea fitosanitară în R.P.R., pe anii 1951 bis 1952, 1952–1953, 1953–1954.
11. Sumilenco, A.: O predvaritelnom protravlivanii semian sernovih kultur Granozanom Zemledelie, **3**, 85–88, 1954.
12. Tapke, V. F.: An undescribed loose smut of barley. — Phytopath. **22**, 869–870, 1932.
13. — A study of the cause of variability in response of Barley loose smut to control through seed treatment with surface disinfectants. — Journ. Agr. Res. **51**, 6, 491–508, 1935.
14. — Pathogenic strains in *U. nigra*. — Phytopath. **26**, 10, 1033–1034, 1936.
15. — A technique for identifying the loose smuts of barley. — Phytopath. **31**, 284–286, 1941.

16. — — Occurrence, identification and species validity of the barley smuts, *U. nuda*, *U. nigra*, a. *U. medians*. — *Phytopath.* **33**, 3, 194–209, 1943.
17. — — New physiologic races of *Ustilago nigra* from the United States and Israel. — *Phytopath.* **41**, 139–141, 1951 (*RAM.* XXX, 407).
18. Todorova, V.: Cerna prahovita glavnia (*Ustilago nigra* Tapke). — *Poece-mika-zbornik na naucino-issledov. instituti prin M-vo na Zemedelieto*, **I**, 111–131, 1955.
19. Viennot-Bourgin, G.: Les champignons parasites des plantes cultivées. Masson et Co., Paris 1949, **II**, 780.
20. Zundel, G. L.: The Ustilaginales of the world. 183, 1953 (Mimeographed).

A Physical Chemical Method to Increase the Selectivity of Pre-Emergent Herbicides

by W. E. Ripper, Ph.D., F.R.E.S.
and J. K. Scott, Ph.D., BSc.

(Fisons Pest Control Ltd., Cambridge)

A number of problems of weed control, such as broad leaved weeds in sugar beet, annual grasses in cereals, weeds in soya beans and broad leaved weeds in peanuts and rape, have hitherto defied almost all attempts of chemical control.

Herbicides achieve their selective action from the exploitation of the physiological differences between the crop plant and the weed, or physical differences in the cuticle of the plants which cause the weed to retain and absorb more of the weedkiller than the crop plant; where such physiological or physical differences are insufficient, attempts have been made to create artificial differences by erecting barriers against the weedkiller in such way that the crop seed is exposed to a lower concentration of the pre-emergence herbicide than the weed.

For this purpose Arle, Leonard and Harris (1) protected seeds of barley, wheat, peas, beans and rape against 2,4D with charcoal coatings. On the same lines Kashara (3) explored the use of active carbon to protect seeds of soya beans against IPC and 2,4D and Linser (4) protected seeds of cereals, linseed and legumes in a similar way against 2,4D with charcoal. Later on Orth (7) immersed seeds of carrots, onions and peas in a solution of starch and after drying, rolled the seeds in activated charcoal applying 20 grams charcoal per 100 grams seed for carrots and onions, and 25 grams charcoal for peas. He observed that 1 gram activated charcoal was sufficient to inactivate 100 cc. of a 0.2% 2,4D ester solution. Several patents on the charcoal treatment of seeds were taken out. Holz and Blaszyk (2) tried Orth's method on beet, carrots, beans, spinach, onions, lettuce, clovers, peas and flax using 2,4D ester and CIPC and came to the conclusion that only in crops of peas and flax was worthwhile protection achieved, but in the case of beet and other plants the authors concluded that the damage to the seedlings was too great to make the method useful.

At the same time of Holz and Blaszyk's experiments, but independently we tried to use charcoal coated beet seed, but found that this technique sometimes led to a delay in germination and sometimes to inadequate protection against the pre-emergence weedkiller — presumably because the radical too quickly penetrates into contaminated soil.

A different system of exploiting a barrier of active carbon was therefore devised by which an absorbent layer was placed in the soil above the seed but below the depth at which of the majority of the annual weeds germinated so that the seed of the crop had time enough to germinate and to grow in soil uncontaminated by the pre-emergence weedkiller until the germinating weeds above the absorbent sandwich had been killed, and the weedkiller was, by evaporation, decomposition or otherwise, attenuated to a concentration which was not phytotoxic to the young plant when it broke through the absorbent layer (12). These requirements were fulfilled by the following method which consists of 5 steps: — A. a seed furrow is opened and a seed is placed therein; B. the seed furrow is partly filled in and the filled in soil is consolidated; C. a narrow band of absorbent is sprayed or placed in the partly filled in furrow; D. the furrow is completely filled in and consolidated; E. a 6-inch band of pre-emergence weedkiller is sprayed on the top of the soil.

As one of the authors described to the third British Weed Control Conference, 1956, it was possible to devise an implement which accomplished all these tasks in one agricultural operation (12). The absorbent was applied at constant dosages of 35 and 70 lbs. (12) per acre, and the herbicide was sprayed by a logarithmic sprayer according to Pfeiffer, Brunskill and Hartley (10); in these plots the highest concentration of the weedkiller at which the crops grew normally and the lowest concentration at which the weeds were eradicated or permanently stunted was ascertained. The data were obtained for sugar beet, rape and a number of weeds on two farms in North West Norfolk, England, and are summarized in Tables 1 and 2.

Table 1. Effect of IPC on beet, rape (with and without absorbent), and weeds (12)

Crop	Highest concentration of IPC in lbs. per acre at which the crops grow normally	
	Without absorbent	With 35 lbs. absorbent p.a.
Beet	2.75	4.63
Rape	2.75	5.3
Weeds	Lowest concentration of IPC/acre at which weeds are	
	Eradicated	Permanently stunted
<i>Chenopodium album</i>	4.63	4.2
<i>Polygonum aviculare</i>	4.63	2.42
<i>Galium aparine</i>	5.3	1.5
<i>Convolvulus arvensis</i>	4.2	3.3
<i>Veronica chamaedrys</i>	3.3	2.4
<i>Fumaria officinalis</i>	1.88	1.2
<i>Poa pratensis</i>	2.42	1.88

These data, as well as visual observation of the logarithmic spray plot, demonstrated that the absorbent protected rows produced a normal plant with a far higher concentration of the weedkiller than the unprotected rows

Table 2. Effect of MCPA on beet, rape (with and without absorbent), and on weeds (12)

Highest concentration of MCPA in lbs. per acre at which the crops grow normally			
Crop	Without absorbent	With absorbent per acre	
		35 lbs.	70 lbs.
Rape	0.22	0.6	1.5

Lowest concentration of MCPA/acre at which weeds are		
Weeds	Eradicated	Permanently stunted
<i>Chenopodium album</i>	> 2.15	1.14
<i>Polygonum aviculare</i>	1.14	0.68
<i>Galium aparine</i>	> 2.15	1.5
<i>Convolvulus arvensis</i>	> 2.15	1.5
<i>Veronica chamaedrys</i>	0.82	0.52
<i>Fumaria officinalis</i>	0.52	0.46
<i>Poa pratensis</i>	> 2.15	1.5

of the crop. This differential of protection is sufficient to enable the crop plant to remain undamaged at a concentration which kills, when IPC is used, all the important weeds, under West Norfolk conditions, on light sandy soil and on heavy loam (1), while the maximum concentration of 2.75 lbs/acre at which unprotected beet grows normally on light sandy loam is insufficient to permanently stunt *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis* or to eradicate the just mentioned weeds *Polygonum aviculare*, *Galium aparine* or *Veronica chamaedrys*.

The results of these field experiments were amplified by laboratory experiments. Ogle and Warren (6) and Warren (14, 15), have investigated the absorption of various weedkillers on soil. In a similar way we carried out absorption tests with the several types of British soil at temperatures of 15° C, 20° C and 25° C using IPC, MCPA and Baron. We obtained the soil samples from Dr. N. Pizer of the National Agricultural Advisory Service, Ministry of Agriculture, Cambridge, whose advice on problems of soil science is gratefully acknowledged. In a like manner to the results of Ogle and Warren, the various British soils tested behaved somewhat similarly and the chemical rather than with the soil seemed to be responsible for the differences in the absorption figures. Ten grams of the soil was suspended in 30 ml. of a 10 ppm. herbicide solution and after 1 and 3 weeks the remaining herbicidal activity was ascertained by a bioassay using hemp seed. The soil suspensions in the herbicidal solution were kept in stoppered bottles at a specified temperature and shaken thoroughly 2-3 times a day. The following two tables show the percentage of the herbicide remaining after one and three weeks duration of the experiment.

Baron was more phytotoxic in all cases after suspension of the soil in the solution than before. The clay appears to inactivate MCPA at 25° C, the silty clay loam less so, while 100% of herbicide remained unabsorbed after

Table 3. Percentage of herbicide remaining unabsorbed after one week

Type of soil	25° C			16° C			8° C		
	MCPA	IPC	Baron	MCPA	IPC	Baron	MCPA	IPC	Baron
Clay loam	40	30	70	100	30	100	100	<30	100
Silt loam	100	100	100	100	100	100	100	30	100
Medium peat	100	<20	100	100	100	100	100	30	70
Sandy loam	100	<20	100	40	<20	100	100	<20	100

Table 4. Percentage of herbicide remaining unabsorbed after three weeks

Type of soil	MCPA			Baron			IPC		
	25° C	16° C	8° C	25° C	16° C	8° C	25° C	16° C	8° C
Clay loam	1- 10	10-100	100		> 100		1- 10	100	100
Silty clay loam	10-100	100	100				1- 10	100	100
Loamy coarse sand	100	100	100				100	10-100	100
Sandy loam	100	100	100				10-100	10-100	10 100

three weeks with loam and sandy loam. IPC was consistently more inactivated by suspension of soil than the other weedkillers tested, whereby the clay loam and the silty loam were more effective than the loamy coarse sand and the sandy loam.

In the next step we assessed the concentration of weedkiller which inhibits the development of the plant. For this purpose seeds were sown on dry filter paper in Petri dishes which were wetted with a solution of MCPA, IPC and Baron, in concentrations varying from 1,000 ppm active principle down to 0.0001 by factors of 10. The following table summarizes the results which give the strength of the weedkiller which allows the same root length as grows in water.

Table 5. Maximum concentration of herbicide in ppm. giving normal root growth

Plant	MCPA	IPC	Baron
Sugar beet	< 0.01	10	1
Wheat	0.1	< 0.0001	0.01
Peas	0.01-1	100	< 0.01
Cress	0.0001	1	10-100
Mustard	0.0001	1	< 0.01
Barley	< 1	< 0.0001	< 0.1
Oats	< 10	< 0.1	< 0.1
<i>Poa pratensis</i>	< 10	0.1	10
<i>Chenopodium album</i>	< 0.1	1	> 100
<i>Avena fatua</i>	< 1	< 0.1	0.001
<i>Alopecurus myosuroides</i>	1	0.1-1	1

Having thus ascertained how much of the weedkiller is absorbed by the soil and how far the concentration of the weedkiller in the soil and the soil water has to be reduced in order to get the same growth of the crop as grows

in water only, we determined the time which is required for the growth of the seed of the crop seedling to penetrate a 1'' layer of soil, in order to specify how transient the weedkiller above the sandwich would have to be so that at the time when the seedling of the crop plant penetrates the sandwich, it would no longer be affected by the weedkiller. For this purpose seeds were sown in beakers and the time recorded for 50% of them to emerge.

Table 6. Time taken (in days) for 50% of seeds to emerge through 1'' (sugar beet, 1 1/4'') of John Innes loam packed down to conventional hardness

Temperature C	Sugar beet	Barley	Peas	Oats	Wheat
35°	3				
27°	5				
26°	6				
25°	—	3	3	5	5
23°	5				
22.5°	7.5				
16°	—	6	8	8	8
15°	9, 10, 12				
10.5°	14				
10°	—	10		15	12
5°	22, 23				

At a temperature of 10–15° C it took the beet plant from 9–15 days to penetrate 1 1/4'' of soil.

Finally the evaporation of the aforementioned weedkillers from the soil surface was investigated in order to decide whether the time ascertained in the previous experiment, at the normal temperature of germination, would give sufficient evaporation of weedkiller to reduce concentrations to figures which according to the results of Table 5 could be relied upon to give a normal growth of the beet seedling. For this purpose, 0.3 grams of charcoal were suspended in 100 ml. of a solution of the chemicals which contained 1,000 parts per million of the active principles MCPA, IPC or Baron. The determination of the unabsorbed residual of the active principle in solution was made after 1 hour and 24 hours at three temperatures.

Table 7. Residue of the weedkillers in parts per million after suspension with 0.3 grams charcoal in 100 ml
One hour

Weedkiller	25° C	16° C	8° C
MCPA	1–10	1–10	1–10
Baron	< 0.1	< 0.1	< 0.1
IPC	10–100	10–100	10–100
and after Twenty-four hours			
Weedkiller	25° C	16° C	8° C
MCPA	< 0.01	0.01	0.01–0.1
Baron	0.1–1	< 0.1	1–10
IPC	0.1	—	0.01–0.1

From these tables it will be seen that except in the case of IPC nearly the entire quantity of herbicide was absorbed by the charcoal in the first hour and that in 24 hours all the weedkillers were absorbed by the charcoal; the residue of IPC at the strength used (5 lbs/acre) was attenuated to a concentration of 100th of that at which the plant still gives normal growth. Having thus ascertained that our sandwich will absorb all the herbicide which is washed down to it or comes in touch with it by a movement of the weedkiller in the soil water when applied at concentrations which will kill all the important weeds, it remained to determine how long the weedkillers persist in the surface layer in relation to loss by evaporation. For this purpose 100 grams of sand were saturated with 30 ml. of a 10 ppm solution of the weedkillers which were kept in still air at three different temperatures and humidities as indicated in the following table.

Table 8. Residue in ppm of 10 ppm of weedkiller sprayed on 100 gm. of sand and kept in still air

Weedkiller	Duration	Temp. 25° C	Temp. 16° C	Temp. 8° C
		Rel.Hum. 40%	Rel.Hum. 50%	Rel.Hum. 50%
IPC	7 days	—	1	0.1-1
	14 days	0.01	0.1-1	0.01-0.1
MCPA	7 days	1-10	1-10	1-10
	14 days	1-10	1-10	1-10
Baron	7 days	1-10	10	10
	14 days	10	10	10

These data show the loss of IPC is most marked and sufficient to reduce in the 14 days available the concentration to a 10th or a 100th of the dosage at which the plant is still capable of growing normally.

These experiments suggest what data are required to apply this physical chemical method for increasing the selectivity of weedkillers to other weed problems; as far as the control of broad leaved weeds in beet is concerned, it enables us to understand the occasional failures of IPC observed by previous investigators and to explain the effect of our charcoal sandwich. The phytotoxicity which has hitherto made the IPC and other carbamate treatment unreliable for sugar beet has been observed under cold and wet conditions (8, 9). It is now suggested that damage to the beet is caused by the transportation of the weedkiller by rain water into the neighbourhood of the germinating seed or very slowly growing seedling under conditions when the soil was cold and the rain water had removed the IPC to layers where the evaporation was low.

According to Table 6 it takes the sugar beet about 20 days to emerge through $1\frac{1}{4}$ " of soil at a temperature of 8° C and in this period in all soils but sandy loam, 100% of the herbicide remained unabsorbed in the soil, while in sandy loam only 10-100% remained unabsorbed. If a field was, therefore, sprayed by an overall application of 4 lbs. IPC per acre, 0.38 grams, say 0.4 grams of IPC per square yard was deposited: in cold weather and some rain following the application of the preemergence weedkiller, where the rain had spread this deposit uniformly through the top layer of the soil, the concentration of IPC in solution was calculated as follows: 10×10 cms. of the top $\frac{1}{2}$ " of the soil have a dry weight of 8 ozs., or 244 grams. One square metre would, therefore, weigh 22,400 grams. To calculate the worst case it

is assumed that sufficient rain had fallen only to soak the top $\frac{1}{2}$ " layer of the soil to field capacity of the soil.

Table 9. Available water in soils of various textures at field capacity (13)

Soil texture	Range in %	Mean in %
Sandy loam.	3- 8	5.5
Loams and silt loams	7-11	9
Sandy clay loams and clay loams	10-14	12
Silty clay loams and clays	13-17	15

If rain had filled the soil pore space, the above mentioned top $\frac{1}{2}$ " of the soil would reach field capacity with the quantities of water set out in Table 10, column A, and provided that all the IPC were spread through that soil layer so that evaporation can be completely excluded, then the following concentrations of IPC would result (column B): —

Table 10.

Type of soil	A cc. of water absorbed where top $\frac{1}{2}$ " of soil soaked to field capacity per sq. metre	B 0.4 g IPC dissolved in water given under A in ppm	C 0.2 g IPC dissolved in water given under A in ppm
Sandy loam	1,232	—	163
Loams and silt loams	2,016	200	—
Sandy clay loams and clay loams	2,688	149	—
Silty clay loams and clays	3,300	121	—

According to Table 4, in all but sandy loam 100% of the weedkiller IPC would remain after 3 weeks, so that the IPC concentrations set out in column B of Table 10 would result. All these concentrations would be, according to Table 5, very phytotoxic to the beet seedling because the maximum concentration of IPC giving normal growth is 10 ppm. Such phytotoxic concentrations would only result under conditions of the exclusion of evaporation through a sealing of the soil, and provided that the rain would not spread the IPC over a greater depth of soil. If, however, there is some evaporation then the residue data after evaporation given in Table 8 show that one could get all kinds of intermediate concentrations down to concentrations where the weedkiller residue in the available soil water after 14 days is only one per mille and allows completely normal growth. As on sandy loam, the percentage of unabsorbed IPC of 10-100 was recorded at a temperature of 8° C, an average of 50% of 0.4 g. spray deposit was calculated in column C of Table 10. Even this would constitute a phytotoxic deposit if all evaporation was excluded.

In conclusion, we interpret our laboratory results to show that under certain assumptions there are reproducible conditions under which erratic results with IPC as a pre-emergence weedkiller on beet showing occasional phytotoxicity occur as obtained by the field work of Parker (8,9), then of the Agricultural Research Council Weed Control Unit. If the sugar beet is pro-

tected by a charcoal sandwich which absorbs IPC which is transported down in the gaseous phase or by rain, then under the conditions most unfavourable to the beet, i.e. at 8° C, the concentration of about 200 ppm. of IPC per square metre would be reduced in 24 hours by the charcoal to 0.01–0.1%, i.e. to 0.02–0.2 ppm. using the data recorded in Table 7, even under conditions of exclusion of evaporation. Such levels of IPC in the available soil water are, according to the data presented in Table 5, completely safe because up to 10 ppm IPC give normal growth of the beet. In other words, our laboratory data, in agreement with our field experiments, show that even under the worst conditions the charcoal shield in the soil over the sugar beet is adequate to reduce the concentration of IPC in the soil after applications of 5–7 lbs. IPC per acre to quantities which are tolerated by the beet plant with a comfortable margin of safety. If the IPC is taken down to the charcoal sandwich it is adsorbed and if it remains at the surface it is so attenuated by evaporation that the concentrations are no longer phytotoxic when the beet seedling penetrates the sandwich, particularly at warmer temperatures (Table 8).

An analysis of the factors leading to occasional damage of IPC as a pre-emergence weedkiller has demonstrated the environmental conditions which call for additional protection of the crop in order to render such treatment safe. While it would still be premature to make any recommendation for the use of this method by the practical farmer, all the data so far obtained indicate that the physical chemical method of an activated charcoal shield over the seed sufficiently increases the selectivity of pre-emergence weedkillers in a number of hitherto chemically untractable weed control problems as to make it safe to the crop at a dosage rate per acre which controls the important annual weeds so that a practical solution of these weed problems by herbicides seems in sight.

Literature

1. Arle, H. F., Leonard, O. A. and Harris, V. C. (1948): Pre-emergence control of weeds in corn, cotton, soybeans, by use of chemicals. — Miss. Farm Research, Mo. Bull. Miss. Agr. Expt. Sta. **11**, 2.
2. Holz, W. and Blaszyk, P. (1956): Versuche zur Inaktivierung wuchstoffhaltiger Herbizide durch Adsorption aus Kohle. — Z. ang. Bot. **30**, 45.
3. Kashara, Y.: Fundamental studies on the use of IPC for controlling weeds in upland to supplement active carbon as a material of contra-toxication against IPC and 2,4-D. — Rep. Ohara, Int. Agri. Res. **40**, 25–39, 1957.
4. Linser, H.: Keimversuche mit Adsorptionsschutz der Samen in 2,4-D behandelten Böden. — Pflanzenschutzberichte **8**, 65–74.
5. Nelson, R. T. (1954): Grass Control in sugar beet with the herbicides IPC, TCA and DCU. — Proc. A.S.S.B.T. **8**, 130–139.
6. Ogle, R. E. and Warren, G. F. (1954): Fate and activity of herbicides in soils. — Weeds **3**, 257–273.
7. Orth, H. (1954): Zur Inaktivierung wuchstoffhaltiger Herbizide durch Adsorption aus Kohle. — Z. Pflanzenkr. u. Pflanzensch. **61**, 385.
8. Parker, C. (1954): Experiments with various pre- and post-emergence chemical treatments for weed control in sugar beet. — Brit. Weed Control Conf. 1953, 274.
9. — (1956): Chemical control of weeds in sugar beet. — Sugar Beet Review **24**, 161–169.
10. Pfeiffer, R. K., Brunskill, R. T. and Hartley, G. S. (1955): A variable dosage sprayer for agricultural experiments. — Nature **176**, 472.
11. — (1957): Chemical methods of wild oat control. — Brit. Weed Control Conference 1956.
12. Ripper, W. E. (1957): A new method of selective weed control for related plants, in particular broadleaf weeds in beet. — Brit. Weed Control Conference 1956.

13. Thompson, L. M. (1957): Soils and soil fertility. 2nd Ed. McGraw Hill, 451 pp.
14. Warren, G. F. (1957): The relative adsorptions of several herbicides by widely different soils. (In press.)
15. — (1957): The relative leaching and breakdown of several herbicides. (In press.)

The Relationship of Water Solubility to Dosage of Herbicides

By Virgil H. Freed and Peter Burschel¹⁾

(From the Department of Agricultural Chemistry Oregon Agricultural Experiment Station, Oregon State College Corvallis, Oregon)

In examining some physical data on present day selective herbicides, the authors were impressed with the apparent connection of water solubility to the dosage used. More detailed investigation revealed that within reasonable limits there is a linear relationship between the water solubility of a compound and the amount applied as a selective herbicide.

The relationship of "activity" of a toxicant to water solubility is concisely expressed in the Ferguson principle (4). The consequence of this principle suggests that there should be a relationship between the dosage of a herbicide applied in the field and the water solubility of the parent compound.

Twelve chemicals now in use as selective herbicides were chosen for study. These, together with their dosage range and solubility, are listed in Table 1.

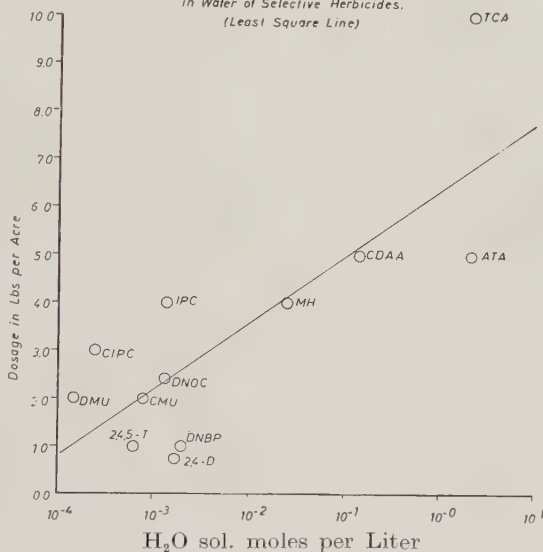
The data used herein were derived from current literature. The water solubility given is always that of the parent compound e. g. 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and is expressed as moles per liter of water.

Graph 1 is the calculated least squares regression line (10, 15) of the plot of average dosage of chemical in pounds per acre against the molar water solubility.

The correlation coefficient (r) was calculated for this relationship (15). It was found to have a value of .605 which is significant at the .05 level. This appears to give confirmation to the assumption of this basic relationship.

The information obtained here would seem to be further validation of the basic assumptions of the Ferguson principle. It is interesting that such confir-

Fig. 1 Relationship Between Dosages Used in Field Application and Solubility in Water of Selective Herbicides. (Least Square Line)



¹⁾ Associate Chemist Oregon Agricultural Experiment Station and Fulbright Fellow at Oregon State College 1955-1956 respectively.

mation is forthcoming from applied data involving treatment in non-aqueous environment. Use of Figure 1 permits approximate calculation of selective dosage where the solubility is known.

The relationship presented here may be of some value in the development and investigation of new herbicides.

Table 1. Relationship Between the Dosages of Herbicides Used for Selective Weed Control and Their Solubilities in Water

Chemical	Abbreviation	Solubility in H ₂ O Mol/L ²)	Range of Dosage	Fre- quently Used Dosage
1. Acetic acid, 2,4-dichlorophenoxy	2,4-D	2.5×10^{-3} (12)	0.5-3.0 (5, 6)	0.75
2. Acetic acid, 2,4,5-trichlorophenoxy	2,4,5-T	8×10^{-4} (12)	1-1.5 (5, 6)	1.00
3. Acetic acid, trichloro	TCA	3×10^0 (12)	8-20 (9)	10.00
4. 3-Amino-1,2,4-triazole	ATA	3×10^0 (1)	4-10 (1)	5.00
5. α -Chloro-N,N-diallylacetamide	CDAA	1.13×10^{-1} (5)	3-7 (5)	5.00
6. Carbanilic acid, isopropyl ester	IPC	1.4×10^{-3} (12)	3-4 (7)	4.00
7. m-Chloro-carbanilic acid, isopropyl ester	CIPC	4×10^{-4} (12)	2-6 (11)	3.00
8. o-Cresol, 4-6-dinitro	DNOC	1.3×10^{-3} (12)	2-5 (8, 17)	2.40
9. Maleic hydrazide	MH	3.7×10^{-2} (16)	3-5 (2)	4.00
10. Phenol, 2-sec-butyl-4,6-dinitro	DNBP	3×10^{-3}	1-1.5(13,14)	1.00
11. Urea, 3-(p-chlorophenyl)-1,1-dimethyl	CMU	9×10^{-4} (12)	1-10 (5)	2.00
12. Urea, 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethyl	DMU	1.7×10^{-4} (3)	1-10 (13,14)	2.00

Zusammenfassung

Die Wasserlöslichkeit selektiv wirkender Herbizide, ausgedrückt in mol pro Liter, wurde den Aufwandmengen je Flächeneinheit gegenübergestellt. Es ergab sich, daß eine lineare Beziehung zwischen beiden besteht. Die in Abb. 1 dargestellte Regressionslinie zeigt, daß die Aufwandmengen mit zunehmender Löslichkeit des Herbizids linear ansteigen. Diese Tatsache ist ein weiterer Beweis für die Richtigkeit von Fergusons Prinzip. Sie kann bei der Entwicklung und Erforschung neuer Herbizide von Nutzen sein.

Literature

1. American Cyanamid Company, February, 1956. Amino Traizole Weedkiller, Technical Data.
2. L-Arrivee, J. C. M., Andersen, E. T.: Proc. N.C.W.C.C. Ap. 104, 1952.
3. E. I. du Pont de Nemours and Co. Inc.: Graselli Chemical Department, San Francisco. Suggestions for the use of du Pont Karmex herbicides.
4. Ferguson, J.: Proc. Roy. Soc. **127B**, 387, 1939.
5. Freed, V. H.: Unpublished Data.
6. Freed, V. H., Furtick, W. R., Laning, E. R., Warren, R. E.: Chemical Weed Control Recommendations. Oregon State College, Agr. Exp. Station February, 1954.
7. Freed, V. H., Bierman, H. E.: Station Bulletin 483 Ag. Exp. Station Oregon State College, September, 1950.
8. Litzenberger, S. C., Post, A. H., Bingham, G. H.: Montana State College, Ag. Exp. Station Bulletin 430, May, 1945.

²⁾ Superscript numbers in parentheses refer to literature cited.

9. McCall, G. L., Zahnley, J. W.: Kansas State College, Ag. Exp. Station Circular 255, 1949.
10. Milne, W. E., Davis, R. D.: Introductory Mathematics, Corvallis, 1934.
11. Monsanto: Technical Bulletin, No. 0-114, March, 1954. Monsanto Chemical Corp., St. Louis.
12. Nex, R. W., Swezey, A. W., Weeds: Vol. III, No. 3, 1954, p. 241-253.
13. Roberts, H. A., Blackman, G. E.: J. of Ag. Sc. Vol. 40, pl. 3 p. 263-274, 1950.
14. Roberts, H. A., Woodford, E. K.: Agriculture Vol. LV III No. 6, 1951, p. 268-273.
15. Snedecor, G. W.: Statistical Methods Iowa State College Press Ames, Iowa, 1946.
16. U.S. Rubber Company, Naugatuck Chem. Div. March 1, 1953. Literature Summary on Maleic Hydrazide.
17. Westgate, W. A., Raynor, R. N.: University of California Ag. Exp. Station Bulletin 634, February 1940.

Kombinationsversuche mit CIPC und CMU zur Unkraut- bekämpfung in Gemüsekulturen

Von Max Ehlers

(Aus dem Hauptlaboratorium der Schering A.G., Berlin)

Unter den Verfahren selektiver chemischer Unkrautbekämpfung im Gemüsebau hat sich neuerdings bei uns die Anwendung von Chlorisopropylphenylcarbamat (CIPC) in Möhren, Zwiebeln und Porree gut eingeführt. Die herbizide Anwendung von CIPC unter den Verhältnissen des deutschen Gemüsebaus wurde vor allem durch die Untersuchungen von Orth gesicherter, der die Ursachen möglicher Schädwirkungen durch CIPC weitgehend aufklären konnte. Bei frühzeitiger und sorgfältiger Anwendung vor oder kurz nach dem Auflaufen der Kulturen verhindert dieser Wirkstoff für längere Zeit das Aufkommen vieler Unkräuter, ohne in gleicher oder ähnlicher Weise die auflaufenden Kulturen zu schädigen. Diese entwickeln sich bei richtiger Anwendung des CIPC vielmehr völlig normal, was sich z. T. als spezifische physiologisch bedingte Widerstandsfähigkeit gegen CIPC erklärt, z. T. aber auch damit, daß sich der Keimungsprozeß der Kulturen in tieferen Erdschichten vollzieht als bei den meisten zu bekämpfenden Unkräutern. Auch bei Möhren und Zwiebeln ist die Unempfindlichkeit gegen CIPC nur relativ und die Beachtung gewisser Vorsichtsmaßnahmen (vgl. besonders Orth und Pasch, 5) daher unerläßlich, wenn Schäden durch die Anwendung von CIPC vermieden werden sollen.

Wie schon die Anwendbarkeit zur selektiven Unkrautbekämpfung zeigt, ist die herbizide Wirkung des CIPC auch gegen Unkräuter nicht universal (vgl. auch Arndt, 1). Die geringe Empfindlichkeit von Möhren und Zwiebeln läßt sich auch auf andere kultivierte und wild wachsende Umbelliferen bzw. Zwiebelgewächse erweitern. Daneben finden sich zahlreiche CIPC-resistente¹⁾ Unkrautarten besonders unter den Compositen, z. B. *Galinsoga parviflora*, *Senecio vulgaris* und *Matricaria inodora*. Auch gegen perennierende Unkräuter ist die Wirkung von CIPC im allgemeinen nur gering. Als CIPC-anfällig dagegen können nach unseren Erfahrungen viele Chenopodiaceen und Cruciferen gelten, außerdem so wesentliche Unkrautarten wie *Stellaria media*, *Urtica urens* und *Polygonum*. Hohe Wirkung zeigt CIPC außerdem gegen viele einjährige Gräser, z. B. *Poa annua* und *Panicum sanguinale*, zwei Grasarten, die im Feldgemüsebau stellenweise erhebliche Bedeutung haben.

Auch für die Unkrautarten haben die Begriffe „anfällig“ und „resistent“ nur relativen Wert. Mit höheren Aufwandmengen an CIPC sind auch viele Unkräuter der letzteren Gruppe wirksam zu treffen, aber natürlich auf Kosten der Selektivität und Wirtschaftlichkeit. Mit den für die Kulturen noch gut verträglichen und wirtschaftlich vertretbaren Aufwandmengen werden sie meist nicht befriedigend bekämpft. Mit *Galinsoga* und *Senecio* gehören hierzu Unkräuter, die gebietsweise eine wesentliche Rolle im Gemüsebau spielen. Der Erfolg einer chemischen Unkrautbekämpfung mit CIPC wird daher in manchen Fällen fraglich, da die Ausschaltung

¹⁾ Resistenz im Sinne ursprünghcher Widerstandsfähigkeit.

der anfälligen Unkräuter im Rahmen der Gesamtverunkrautung zu wenig ins Gewicht fällt und sich die resistenten Arten u. U. sogar um so kräftiger entwickeln können. Auf die Gefahr einer Umbildung der Unkrautflora durch Ausschaltung empfindlicher zugunsten unempfindlicher Arten wurde von maßgeblicher Seite im Zusammenhang mit der einseitigen Anwendung von sogenannten Wuchsstoff-Herbiziden in der Landwirtschaft schon wiederholt hingewiesen und deshalb der ergänzende Einsatz von Kontakt-Herbiziden (DN^c) gefordert. Mit ähnlichen Gegebenheiten dürfte im Gemüsebau mit seinen meist noch stärker verunkrauteten Böden in nicht geringerem Maße zu rechnen sein.

Nach vielfachen Erfahrungen, die wir mit CIPC sammeln konnten, werden bei rechtzeitiger Anwendung gemüsebaulich so wichtige Unkräuter wie z. B. die kleine Brennnessel (*Urtica urens*), Vogelmiere (*Stellaria media*), Gänsefuß (*Chenopodium album*) und einjährige Risppe (*Poa annua*) auch bei starkem Befallsgrad praktisch eliminiert, d. h. sie laufen wochenlang überhaupt nicht auf oder, wie es häufig ist, verkümmern nach dem Auflaufen. Soweit die Unkräuter bei der Behandlung schon aufgelaufen waren, ist die Wirkung merklich geringer, besonders wenn das Keimblattstadium schon überschritten war. In solchen Fällen wird oft nur eine Wachstumsstockung erreicht, meist mit chlorotischen Symptomen verbunden, ohne daß eine völlige Abtötung der Unkräuter zustande kommt. Der augenfälligste und wirksamste Effekt der CIPC-Anwendung wird zweifellos dann erzielt, wenn sie vor oder beim Keimen der Unkrautsamen erfolgt. Je nach Bodenart und Witterungsbedingungen wird der Aufwuchs der CIPC-empfindlichen Unkräuter um Wochen oder Monate verzögert, so daß die Kulturen unkrautfrei oder mit einer nur schwach entwickelten Unkrautkonkurrenz auflaufen und heranwachsen. Entsprechend der CIPC-Anfälligkeit schiebt sich diese erst allmählich nach. Der Neuaufwuchs besteht also zunächst aus den CIPC-resistenten Unkrautarten, die schneller den Schock überwinden, und erst später aus den anfälligen Unkräutern, soweit sie dann noch Platz finden. Je stärker anfällige Unkrautarten an der Gesamtverunkrautung einer Fläche beteiligt sind, um so augenfälliger und nachhaltiger wirkt sich die Anwendung von CIPC als Maßnahme zur Unkrautbekämpfung aus. Je stärker aber resistente Arten vertreten sind, um so fragwürdiger kann der Bekämpfungserfolg werden, da hier die Neuverunkrautung schneller einsetzt und bald auch die Bestandslücken schließt, die durch Ausschaltung der anfälligen Unkrautarten geschaffen wurden.

Mit der einseitigen Ausschaltung empfindlicher Arten verbindet sich die schon angedeutete Gefahr einer nachhaltigen pflanzensoziologischen Veränderung mit der verringerten Aussicht einer erfolgreichen Anwendung des gleichen Wirkstoffes in den Folgejahren. Wir haben auf Flächen mit ursprünglich durchaus gemischter Unkrautflora feststellen können, daß sich die Mengenanteile der vertretenen Unkrautarten durch CIPC-Anwendung wesentlich zugunsten der weniger anfälligen Arten verschoben. Für *Galinsoga* mag dies besonders bedenklich erscheinen, da dieses Unkraut mehr und mehr zu einem Problem im Hackfrucht- und Gemüsebau wird. Hinzu kommt, daß es als ausgesprochener Spätkeimer bei allen früh gesäten Kulturen schon schwächer erfaßt wird, weil es erst dann zum Keimen kommt, wenn die Wirkung eines chemischen Unkrautbekämpfungsmittels, das im Voraufaufverfahren angewendet wurde, bereits im Abklingen ist. Zur Absicherung des Erfolges chemischer Bekämpfungsmaßnahmen auf längere Sicht muß es zweckmäßig erscheinen, eine pflanzensoziologische Veränderung des Unkrautbestandes, wie sie angedeutet wurde, möglichst zu vermeiden und die herbizide Wirkung gegen alle als Unkräuter in Betracht kommenden floristischen Elemente auszugleichen.

Wir haben einige in den USA entwickelte Herbizide speziell für das gemüsebauliche Anwendungsgebiet näher geprüft und konnten dabei interessante Ergänzungen zum Wirkungsspektrum des CIPC vor allem beim CMU feststellen. CMU (Chlorphenyldimethylharnstoff) ist ein Herbizid, das zunächst als Totalunkrautmittel bekannt wurde und in den USA auch vor allem als solches zum Freihalten von Fabrik- und Gleisanlagen Anwendung findet. Daneben aber wird es in geringeren Aufwandmengen auch zur selektiven Unkrautbekämpfung eingesetzt, z. B. in Baumwolle, Zuckerrohr, Kartoffeln, Mais u. a. Über günstige Erfahrungen mit CMU zur Unkrautbekämpfung in Spargel berichtete kürzlich auch Orth (2).

Tabelle 1. Unkrautversuch in Saatzwiebeln
Aussaat am 18. 5. Vorauflaufbehandlung am 20. 5. Unkrautauswertung am 18. 7.

Wirkstoff (in kg/ha)		Gesamt- unkraut Zahl (Gew.)	Einzelunkräuter					
CIPC	CMU		<i>Stellaria media</i>	<i>Urtica urens</i>	<i>Chenop. album</i>	<i>Galins. parvifl.</i>	<i>Panicum sanguin.</i>	Sonstige Unkräut.
3	—	133 (252)	2 (4)	0 (0)	0 (0)	125 (245)	0 (0)	6 (3)
5	—	80 (62)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	58 (50)	0 (0)	20 (10)
—	0,4	189 (505)	7 (75)	2 (20)	0 (0)	55 (120)	123 (220)	2 (70)
—	0,8	18 (45)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	3 (10)	12 (15)	2 (10)
0,75	0,3	42 (443)	1 (10)	0 (0)	15 (290)	16 (30)	4 (2)	6 (111)
2	0,3	63 (44)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	55 (40)	4 (1)	2 (2)
—	—	174(2031)	24 (465)	7 (28)	24(1020)	98 (450)	11 (10)	10 (48)

Die Zwiebeln zeigten erhebliche Auflaufschäden bei 0,8 kg/ha CMU.

In unseren Versuchen auf Flächen mit einer Mischverunkrautung vor allem durch Gänsefuß (*Chenopodium album*), Bluthirse (*Panicum sanguinale*), Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*) und Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*) zeigte sich, daß CIPC die erstgenannten beiden Unkrautarten weitgehend ausschaltete, nicht aber die beiden anderen, während CMU gerade Franzosenkraut und Kreuzkraut kurz hielt, weniger aber den Gänsefuß und gar nicht die Bluthirse, so daß sich auf den CIPC-Parzellen mehr und mehr vor allem Franzosenkraut, auf den CMU-Parzellen vor allem Bluthirse breitmachte und sich zum Abschluß der Saison auf dicht benachbarten Flächen völlig unterschiedliche Unkrautbestände herausbildeten. Diese Beobachtungen forderten Versuche mit Kombinationen beider Wirkstoffe geradezu heraus, zumal sich bei beiden die Möglichkeit selektiver Anwendung in gewissen Gemüsekulturen ergab.

Tabelle 2. Unkrautversuch in Möhren
Aussaat am 18. 5. Vorauflaufbehandlung am 20. 5. Unkrautauswertung am 15. 7.

Wirkstoff (in kg/ha)		Gesamt- unkraut Zahl (Gew.)	Einzelunkräuter					
CIPC	CMU		<i>Stellaria media</i>	<i>Urtica urens</i>	<i>Chenop. album</i>	<i>Galins. parvifl.</i>	<i>Gramin. (Gräser)</i>	Sonstige Unkräut.
4	—	116 (302)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	112 (300)	3 (1)	1 (1)
5	—	211 (291)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	207 (290)	4 (1)	0 (0)
—	0,4	171 (370)	10 (10)	8 (15)	31 (210)	100 (100)	18 (5)	4 (30)
—	0,8	35 (45)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	1 (0)	30 (20)	1 (24)
2	0,3	82 (35)	0 (0)	0 (0)	7 (5)	33 (15)	40 (10)	2 (5)
—	—	280(1702)	15 (245)	8 (115)	66 (897)	163 (323)	21 (7)	7 (115)

Die Möhren zeigten erhebliche Auflaufschäden bei 0,8 kg/ha CMU.

Mit Vorrang wurden diese Versuche zu Möhren und Zwiebeln durchgeführt, da hier ein besonderes wirtschaftliches Interesse an wirksamen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen besteht. Die Anwendung von CIPC war bereits weitgehend geklärt. CMU, das in den USA zur selektiven Unkrautbekämpfung in Mengen von etwa 0,6–5 kg/ha verwendet wird, erwies sich für diese Kulturen auch in der niedrigsten genannten Aufwandmenge schon nicht immer als verträglich. Ein ausreichender Erfolg gegen die in Betracht kommenden Unkräuter schien bei einer Aufwandmenge von 0,3–0,5 kg/ha gegeben.

Da CIPC eine gewisse Wirkung auch gegen die CIPC-widerstandsfähigen Unkräuter aufweist und CMU andererseits auch eine solche gegen die CMU-

widerstandsfähigen Arten, bestand Grund zu der Annahme, daß sich die unterschwelligen Wirkungen bei gleichzeitiger Anwendung summieren und dadurch die Wirkstoffanteile ohne Minderung der herbiziden Wirkung senken lassen. Dies ließ sich in Versuchen bestätigen. Durch Kombination beider Wirkstoffe konnten herbizide Effekte auch gegen die einseitig anfälligen Unkrautarten erzielt werden, die mit den Einzelwirkstoffen in der gebrauchten Aufwandmenge nicht zustande kamen.

Tabelle 3. Unkrautversuch in Zuckerrüben

Aussaat am 16. 5. Voraufaufbehandlung am 27. 5. Unkrautauswertung am 11./12.7.

Wirkstoff (in kg/ha)		Gesamt- unkraut Zahl (Gew.)	Einzelunkräuter				
CIPC	CMU		<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Chenop. album</i>	<i>Galins. parvifl.</i>	<i>Gramin. (Gräser)</i>	Sonstige Unkräuter
3	—	584 (610)	32 (35)	17 (35)	265 (210)	270 (330)	0 (0)
4	—	265 (600)	27 (200)	12 (15)	212 (200)	11 (20)	3 (165)
5	—	298 (315)	21 (75)	9 (1)	249 (225)	4 (1)	15 (13)
—	0,4	541(1050)	45 (250)	8 (170)	85 (60)	400 (450)	3 (120)
—	0,6	441 (177)	50 (75)	3 (2)	6 (5)	380 (80)	2 (15)
2	0,3	250 (313)	30 (120)	20 (40)	75 (40)	120 (15)	5 (98)
—	—	731(1620)	137 (370)	61 (520)	145 (160)	380 (270)	8 (300)

Die Rüben zeigten in allen Fällen mehr oder weniger deutlich Auflaufschäden.

Aus einer größeren Zahl von Versuchen seien in Tabelle 1–3 einige Ergebnisse der Unkrautauszählungen aufgeführt. Diese Werte erhielten wir so, daß je Behandlungsart die Unkräuter von 4mal 0,25 qm Fläche ausgezählt und gewogen wurden. Die zuerst aufgeführten Werte geben die Anzahl, die eingeklammerten das Gewicht (in Gramm) der Unkräuter je Quadratmeter an, wobei auf letztere Werte als Kriterium für die Verunkrautungsdichte besonderer Wert zu legen ist.

Durch kombinierte Anwendung von CIPC und CMU ließ sich bei Wahrung der Selektivität ein größerer herbizider Gesamteffekt erzielen als durch die Einzelwirkstoffe allein. Außerdem wurde das Wirkungsspektrum größer und ausgeglichener, so daß sich die Artenzusammensetzung des Unkrautbestandes durch die Behandlung nicht annähernd so stark veränderte wie bei einseitiger Anwendung von CIPC oder CMU.

Tabelle 4. Unkrautversuch in Möhren

Aussaat am 12. 4. (Saatmenge 7,5 kg/ha). Voraufaufbehandlung (Parz. 4 u. 5) am 24. 4. Nachaufaufbehandlung (Parz. 6) am 5. 6. Ertragsauswertung am 7.–10.9.

Unkrautbekämpfung und Bodenbearbeitung	Möhrenerträge (je 15 qm)		Durch- schnittl. Möhren- Gewicht g
	Zahl (rel.)	Gewicht (rel.) kg	
1. keine	1858 (100)	20,04 (100)	10,8
2. 7mal zwischen den Reihen gehackt	2148 (116)	32,35 (162)	15,1
3. 8mal gehackt und gejätet	2175 (117)	75,29 (376)	34,6
4. CIPC-Voraufaufbehandlung . . .	1873 (101)	54,53 (272)	29,1
5. CIPC+CMU-Voraufaufbehandlung	1729 (93)	63,66 (318)	36,8
6. Mineralöl-Nachaufaufbehandlung	2196 (118)	64,28 (321)	29,3

In einem ertragsmäßig ausgewerteten Exaktversuch zu Möhren (siehe Tabelle 4) mit starker Verunkrautung vor allem durch kleine Taubnessel (*Lamium amplexicaule*), kleine Brennessel (*Urtica urens*), Gänsefuß, Franzosenkraut und Kreuzkraut wurden einige Unkrautbekämpfungsverfahren nebeneinander gestellt. Im Vergleich zu den Kontrollparzellen (Nr. 1), auf denen überhaupt keine Unkrautbekämpfung oder Bodenbearbeitung durchgeführt wurde, ergab die optimale mechanische Bearbeitung (völliges Freihalten von Unkräutern durch achtmaliges Jäten und Hacken) eine Ertragssteigerung von 276%, während durch reines Hacken zwischen den Reihen nur ein um 62% höherer Ertrag erzielt wurde. Durch Anwendung eines Mineralölspritzmittels im Nachauflaufverfahren (allerdings mit 1000 Ltr./ha) wurde der Ertrag um 221% gesteigert. Im Vergleich hierzu lagen die Ertragswerte der im Vorauf-
laufverfahren angewendeten Unkrautbekämpfungsmittel mit 172% (CIPC) und 218% (CIPC + CMU) Ertragssteigerung sehr günstig, zumal hier die chemische Unkrautbekämpfung später durch keine mechanischen Bodenbearbeitungsmaßnahmen ergänzt wurde. Bei einem hohen Anteil CIPC-resistenter Unkrautarten (kleine Taubnessel, Franzosenkraut, Kreuzkraut) war die herbizide Wirkung der Kombination wesentlich besser als die des reinen CIPC, was sich nicht nur im Ertrag, sondern auch rein optisch im Bestandsbild deutlich ausprägte. Als Feststellung von allgemeinem Wert bestätigte sich in diesem Versuch, daß die in der Drillreihe auflaufenden Unkräuter die größte wirtschaftliche Bedeutung haben und daß ihre frühzeitige Ausschaltung, wie sie besonders günstig durch Vorauf-
laufverfahren (preemergence) möglich ist, eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der Unkrautbekämpfung darstellt.

Mit einem kombinierten Präparat auf der Basis von CIPC + CMU¹⁾ konnten inzwischen in der Praxis zahlreiche weitere Erfahrungen vor allem in Möhren gesammelt werden, die die Vorzüge in der herbiziden Wirkung auf Flächen mit starkem Anteil CIPC-resistenter Unkräuter überzeugend bestätigten. Eine merklich stärkere Schädigung der Möhren als durch CIPC allein wurde nicht festgestellt. Damit dürfte sich die Möglichkeit ergeben, überall dort, wo die Wirksamkeit reiner CIPC-Präparate nicht ausreicht, die Erfolgsaussichten der chemischen Unkrautbekämpfung im Vorauf-
laufverfahren zu erhöhen. Dies wird vor allem dort der Fall sein, wo erfahrungsgemäß CIPC-resistente Unkräuter stark vertreten sind oder bei spät gedrilten Kulturen, wo das spätkeimende Franzosenkraut wesentlichstes Unkraut ist.

Zusammenfassung

Das herbizide Wirkungsspektrum von CIPC, das zur Unkrautbekämpfung in einigen Gemüsekulturen auch in Deutschland Eingang gefunden hat, ließ sich durch Kombination mit CMU dahin ergänzen, daß eine ausgeglichene Wirkung gegen verschiedene wichtige Gemüseunkräuter zustande kam. Die Vorteile werden vor allem darin gesehen, daß sich der herbizide Erfolg auch auf CIPC-widerstandsfähige Unkräuter (z. B. *Galinsoga*, *Senecio*) erweitern läßt und einer örtlichen Umbildung der Unkrautflora zu CIPC-widerstandsfähigen Arten vorgebeugt wird. Die Anwendung dieser Kombination wurde besonders bei Möhren erprobt und sollte auf solchen Flächen der Anwendung reiner CIPC-Präparate vorzuziehen sein, wo erfahrungsgemäß CIPC-widerstandsfähige Unkrautarten im stärkeren Maße auftreten.

¹⁾ Unter der Bezeichnung „Prevenol Spezial“ kam ein CIPC-CMU-Präparat zur Unkrautbekämpfung in Möhren inzwischen in den Handel.

Summary

The range of herbicidal action of CIPC which has been introduced for weed control in some vegetable crops also in Germany could be completed by combining it with CMU in such a way that a more improved action against various important weeds in vegetables could be obtained. This offers the advantage that the weed-killing effect also on CIPC-resistant weeds (e. g. *Galinsoga*, *Senecio*) can be extended. Thereby a local transformation of the weed-flora towards CIPC-resistant species is avoided. The use of this combination was especially examined in carrots, and in such cases where, by experience, CIPC-resistant weeds play a more important role, the application should be preferred to the use of pure CIPC preparations.

Literatur

1. Arndt, F.: Chemische Unkrautbekämpfung in Zwiebeln, Möhren und Zuckerrüben. — Mitt. Biol. Bundesanstalt. Heft 87, 78-84, 1957.
2. Linden, G.: Die Unkrautbekämpfung mit CIPC unter deutschen Verhältnissen. — Dasselbst Heft 85, 198-200, 1956.
3. Orth, H.: Neue Erfahrungen über Unkrautbekämpfung in einigen Gemüsekulturen. — Dasselbst 194-197.
4. — — Untersuchungen zur Verhütung von CIPC-Schäden an Zwiebeln und Möhren. — Dasselbst Heft 87, 73-78, 1957.
5. — — und Pasch, G. M.: Erfahrungen mit dem Unkrautbekämpfungsmittel Prevenol 56 (CIPC) im Zwiebel- und Möhrenanbau des Düsseldorfer Raumes. — Rhein. Monatsschrift 44, 219-220, 1956.

Der Transport von *Pratylenchus penetrans* (Nematoda) mit Pflanzgut

Von M. Oostenbrink

(Pflanzenzielenkundige Dienst, Wageningen)

Mit 1 Abbildung

Einleitung

In früheren Arbeiten (2, 3) wurde darauf hingewiesen, daß der Wurzel-nematode *Pratylenchus penetrans* (Cobb 1917) Sher et Allen, 1953 die Ursache ist von Baumschulmüdigkeit und ähnlichen Erscheinungen bei Kartoffeln und noch anderen Gewächsen. Die an sich sehr polyphage Art kann endoparasitisch in den Wurzeln vieler Pflanzen leben. Die Literatur verzeichnet sie aus vielen Ländern. Wir konnten aus bewurzeltem Pflanzgut, das aus verschiedenen Ländern stammte, fast ausnahmslos mehr oder weniger *Pratylenchus*, mit *Pr. penetrans*, isolieren, nicht aber aus getrockneten Pflanzenteilen und auch nicht mit Sicherheit aus Kartoffelknollen. Die Erfahrungen, daß *Pr. penetrans* künstliche Inokulationen öfters nur schwer überlebt und sich offenbar unter gewissen Bedingungen nicht behaupten kann (2), machten es fraglich in wie weit die Verbreitung mit Pflanzgut praktische Bedeutung hat. Es wurden darum an Baumschulgewächsen und Kartoffeln einige weitere Beobachtungen angestellt.

Überpflanzung von „müdem“ und „gesundem“ Pflanzgut von Baumschulgewächsen in verseuchter und entseuchter Erde in Töpfen

Im Jahre 1954 wurde in einem mit *Pr. penetrans* verseuchtem Quartier auf humösen Sandboden Sämlinge von verschiedenen Baumschulgewächsen gezüchtet, und zwar auf verseuchten Parzellen und auf Parzellen, wo die

Nematodenpopulation mittels einer Bodenbehandlung mit dem Nematiciden DD dezimiert worden war. Bei der Ernte, im Oktober 1954, waren von allen Baumschulgewächsen die Pflanzen von unbehandeltem Boden („müde“ Pflanzen) sehr klein und ärmlich im Vergleich zu den Pflanzen von behandeltem Boden („gesunde“ Pflanzen), während in den Wurzeln bei den „müden“ Pflanzen sehr viel mehr *Pratylenchus* festgestellt wurden als bei den „gesunden“, nämlich durchschnittlich von allen Gewächsen pro 10 g Wurzeln 8554 und 109. Die Pflanzen wurden während des Winters eingemietet, wie es in der Praxis Gewohnheit ist. Nach dem Winter enthielten die Wurzeln der müden Pflanzen noch immer eine dichte Nematodenpopulation.



Abb. 1. Wüchsigkeit von einjährigen Birnenpflanzen, *Pyrus communis* L. Oben gepflanzt in natürliche, mit *Pratylenchus penetrans* verseuchte Erde, unten in mit Wärme entseuchte Erde gleicher Herkunft. In beiden Reihen links zwei kleine, nematodenreiche Pflanzen („müdes“ Pflanzgut) und rechts zwei große, nematodenarme Pflanzen („gesundes“ Pflanzgut) desselben Stockes. Pflanzdatum 4. März 1955; die damalige Länge der Pflanzen ist durch die Länge der weißen Steckhölzer angegeben. — Phot. 30. 7. 1955.

März 1955 wurden von 7 dieser Baumschulgewächsen je 4 „müde“ und 4 „gesunde“ Pflanzen ausgesetzt, jede Pflanze einzeln in einem 10-Liter-Topf. Die Hälfte der beiden Pflanzengruppen wurde in mit *Pr. penetrans* verseuchte Erde und die andere Hälfte in entseuchte Erde gesetzt. Die Erde stammte von unbehandelten Teilen des obengenannten Quartiers her und enthielt pro 100 ccm Erde wenigstens 150 lebensfähige *Pratylenchus*, größtenteils *Pr. pene-*

trans, während in 100 ccm der mit Wärme entseuchten Erde keine *Pratylenchus* mehr vorgefunden wurden.

Das trockene Wetter nach dem Auspflanzen verursachte Ausfall bei einigen Gewächsen, so daß nur Beobachtungen an den Gewächsen *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L., *Prunus mahaleb* L., *Pinus silvestris* L. und *Larix leptolepis* Gord. verrichtet werden konnten. Während des Sommers 1955 zeigten die Gewächse eine bessere Entwicklung in der entseuchten Erde, bei guter Düngung aller Töpfe. Das „müde“ Pflanzgut holte offenbar bei den meisten Gewächsen die größeren „gesunden“ Pflanzen ein; in verseuchter Erde war das nicht der Fall (Abb. 1). *Larix leptolepis* zeigte in allen Töpfen ausnahmsweise eine gute Entwicklung.

November 1955 wurden die Pflanzen von *Pyrus communis* und *Rosa canina* aus den Töpfen aufgeräumt. Von jeder Pflanze wurde eine Wurzelprobe auf Nematoden untersucht nach einer eignen Routine-Methode (1). Die Resultate sind in Tabelle 1 gemeldet. Sie weisen darauf hin, daß der Befallsgrad der Wurzeln in entseuchter Erde am Ende der ersten Wachstumsperiode zehnmal, durchschnittlich mehr als hundertmal, kleiner war als in verseuchter Erde, unabhängig ob „müdes“ oder „gesundes“ Pflanzgut benutzt wurde. Da die Wurzelmassen keine auffälligen Unterschiede zeigten, ist dieses, mit 10 g Wurzeln bestimmtes Verhältnis auch wohl ungefähr für die ganze Pflanzen geltend.

Tabelle 1. Die Populationsdichte von *Pratylenchus* pro 10 g Wurzeln am Ende des Jahres, nachdem im Monat März kleine, nematodenreiche Pflanzen („müdes“ Pflanzgut) und große, nematodenarme Pflanzen („gesundes“ Pflanzgut) desselben Stockes in mit *Pr. penetrans* verseuchte und in entseuchte Erde gleicher Herkunft gesetzt waren

Erde	Pflanzgut							
	<i>Pyrus communis</i>				<i>Rosa canina</i>			
	„müde“		„gesund“		„müde“		„gesund“	
Natürliche, mit <i>Pr. penetrans</i> verseuchte Erde	705	4000	1435	600	330	3900	1020	270
	Total		6740		Total		5520	
Mit Wärme entseuchte Erde	0	25	10	20	15	5	0	10
	Total		55		Total		30	

Frühjahr 1957 wurden die Wurzeln von *Prunus mahaleb* gerodet und auf *Pratylenchus* untersucht. Es wurden pro 10 g Wurzeln durchschnittlich 49 bzw. 2511 dieser Nematoden festgestellt, also in entseuchter Erde 2% vom Befall in verseuchter Erde. Wenn die totale Wurzelmasse der Pflanzen einkalkuliert wurde, waren es 4%. Der Unterschied war also am Ende des zweiten Jahres noch sehr groß.

Die bessere Wüchsigkeit in den Töpfen mit entseuchter Erde war auch in 1956 und 1957 auffallend. März 1957 war die Länge der Pflanzen bei *Pinus silvestris*, die bis jetzt noch in den Töpfen blieb, in der verseuchten Erde 13 bis 19 cm und in der entseuchten Erde 38 bis 51 cm. Ein Einfluß des Pflanzguts auf die Entwicklung wurde hierbei nicht festgestellt.

Überpflanzung von „müdem“ und „gesundem“ Pflanzgut von Baumschulgewächsen im Felde in verseuchtem und entseuchtem Boden

Das im vorigen Abschnitt genannte „müde“ und „gesunde“ Pflanzgut wurde von 24 Gewächsen in 1955 im Felde ausgesetzt, wieder in verseuchten („müden“) und mit DD entseuchten („gesunden“) Parzellen. Es gab also dieselben 4 Objekte wie oben, die abhängig von der Gewächsart mit 4 bis 10 Pflanzen pro Objekt, 16–40 pro Gewächs, belegt wurden. Das Stückmaß des „müden“ Pflanzguts war auch hier viel kleiner als bei den „gesunden“ Pflanzen. 13 Gewächse wurden ausgepflanzt in Versuch A, 11 andere Gewächse in Versuch B in einem anderen Quartier. Die Population von *Pr. penetrans* der beiden Quartiere war klein und auf den „müden“ Parzellen war also kein großes Wachstumsdefizit zu erwarten.

Der Triebanwuchs der Objekte wurde im Herbst 1955 bestimmt und zwar bei A durch Messung der Länge aller neuen Trieben und bei B durch die Gewichtsbestimmung der neuen Trieben. Die Resultate für jedes Objekt wurden pro Pflanze berechnet und in relativen Zahlen, gewächsweise, miteinander verglichen. Tabelle 2 gibt von beiden Versuchen das Mittel der beteiligten Gewächse. „Gesunder“ Boden zeigt in beiden Versuchen mehr Triebanwuchs als „müder“ Boden, was aus der Nematodenabtötung zu erklären ist. Das große, „gesunde“ Pflanzgut hat in beiden Versuchen auch den Triebanwuchs gefördert im Vergleich zu den kleinen „müden“ Pflanzen, was eine direkte Folge des Stückmaßes sein kann. Ob der Unterschied in Nematodenbefall des Pflanzgutes eine Rolle gespielt hat, ist aus diesem Versuch nicht abzuleiten. In Versuch A hat das „müde“ Pflanzgut in dem „gesunden“ Boden 0,88 des „gesunden“ Pflanzgutes erreicht und in dem „müden“ Boden nur $0,67:0,91 = 0,74$; es hat in dem „gesunden“ Boden den Rückstand am besten nachgeholt (Ende 1954, und also auch Frühjahr 1955 bei der Pflanzung, war das Wachstumsverhältnis bei denselben Pflanzen 0,50). In Versuch B sind die Verhältnisse 0,83 und $0,67:0,81 = 0,83$ (bei der Pflanzung Frühjahr 1955 0,55). In diesen Versuchen sind kleine, „müde“ Pflanzen in „gesundem“, Boden gleich gut gewesen wie große, „gesunde“ Pflanzen in „müdem“ Boden.

Tabelle 2. Der durchschnittliche, relative Triebanwuchs in 1955 in den Kombinationen von „gesundem“ und „müdem“ Pflanzgut mit „gesundem“ und „müdem“ Boden

Versuch	Objekt			
	Große „gesunde“ Pflanzen in „gesundem“ Boden	Kleine, „müde“ Pflanzen in „gesundem“ Boden	Große, „gesunde“ Pflanzen in „müdem“ Boden	Kleine, „müde“ Pflanzen in „müdem“ Boden
A. 13 Gewächse, ursprüngliches Wachstumsverhältnis des „müden“ und „gesunden“ Pflanzgutes: 0,50	1	0,88	0,91	0,67
B. 11 Gewächse, ursprüngliches Wachstumsverhältnis des „müden“ und „gesunden“ Pflanzgutes: 0,55	1	0,83	0,81	0,67

Untersuchung von Kartoffelknollen auf Befall von *Pr. penetrans*

Im Frühjahr 1957 wurden 21 Proben von Kartoffelknollen untersucht auf *Pr. penetrans*-Befall, wobei nebenbei auch andere pflanzenparasitäre Arten erfaßt wurden (Tabelle 3).

Die Nummern 1–6 betreffen Versuchs- und Observationsfelder mit einer dichten, gemischten Population von *Pr. penetrans* und *Pr. pratensis*. 1–3 sind humöse, schwarze Sandböden, 4–6 humusarme Sandböden. Die Knollen der im Jahre 1956 gezüchteten Kartoffeln wurden geerntet und in Scheunen und Mieten trocken aufbewahrt, wie üblich; April 1957 wurden die Proben genommen.

Die Nummern 7–21 betreffen humösen, schwarzen Sandboden. Durch Untersuchung von Wurzelp Proben wurde der *penetrans*-Befall der Kartoffelgewächse August/September 1956 festgestellt; die gemeldeten Zahlen betreffen *Pr. penetrans*, oder ein Gemisch das neben *Pr. penetrans* auch *Pr. pratensis* enthielt. Die Knollenproben wurden April/Mai 1957 dem Boden der Felder entnommen. Es handelt sich also um im Freien in der verseuchten Erde überwinterte, übrigens nicht von Frost beschädigte Knollen.

Tabelle 3. Nematoden-Befall von 21 Knollenproben von Kartoffeln, gezüchtet in mit *Pratylenchus penetrans* verseuchten Feldern

Feldnummer und Kartoffelrasse	Pratylenchus-Zahl pro 30 g Wurzeln während der Wachstums- periode 1956	Pratylenchus-Zahl pro 30 g Schalen der Kartoffel- knollen, Mai 1957			Andere pflanzen- parasitäre Nematoden
	penetrans + pratensis	penetrans	pratensis	Larven	
A. Trocken bewahrte Knollen					
1 Noordeling	viele	0	0	0	
2 Noordeling	viele	0	0	0	
3 Noordeling	viele	0	0	0	
4 Ijsselster	viele	0	0	0	
5 Wilpo	viele	0	0	0	
6 Wilpo	viele	0	0	0	
Mittel	viele	0	0	0	
B. In verseuchter Erde bewahrte Knollen					
7 Voran	13320	0	0	0	
8 Voran	11040	0	0	0	
9 Voran	7155	0	0	0	
10 Prudal	1500	0	1	0	
11 Voran	2730	0	0	0	
12 Voran	1980	0	0	0	
13 Voran	1560	0	0	0	
14 Voran	3990	0	0	0	
15 Voran	8100	0	1	0	> 40
16 Sientje	3570	1	1	2	Ditylenchus
17 Ultimus	6510	0	1	0	destructor
18 Sientje	3030	1	0	3	
19 Voran	3510	0	0	0	
20 Voran	3660	0	0	1	> 1000
21 Voran	4320	0	0	0	Ditylenchus
					destructor
Mittel	5065	0,13	0,27	0,40	

Mai 1957 wurden von allen Proben verschiedene Knollen dünn geschält. Symptome von *Pratylenchus*-Befall wurden nicht gefunden. 30 g Schalen von jeder Probe wurden untersucht nach der für Wurzeluntersuchung gebräuchlichen Routine-Methode, die sich auch für die Untersuchung von Knollen und andere Pflanzenteilen eignet (1).

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß in den trocken bewahrten Knollen keine *Pratylenchus* gefunden wurde, obwohl die Proben verschiedene Kartoffelrassen betrafen und von schwer verseuchten Feldern stammten. Das weist darauf hin, daß *Pr. penetrans* und *Pr. pratensis* keine Knollenparasiten sind wie *Pr. scribneri* Steiner, 1943 (4) und auch *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945. (Siehe auch Nr. 14 und 19 der Tabelle 3.)

Von den in der verseuchten Erde bewahrten Knollen wurde bei 2 Proben 1 Stück *Pr. penetrans* gefunden und bei 4 Proben 1 Stück *Pr. pratensis* und eventuell noch 1–3 nicht zu bestimmende Larven. Bei 6 von den 15 Proben wurden also 1–4 Stücke einer *Pratylenchus*-Art gefunden. Durchschnittlich für die 15 Proben wurden pro 30 g Knollenschalen 0,8 Stück *Pratylenchus* oder 0,13 Stück *Pr. penetrans* gefunden, während die ursprünglichen Gewächse pro 30 g Wurzeln alle mehr als 1500, durchschnittlich 5065, *Pratylenchus* enthielten.

Die Möglichkeit, daß Kartoffelknollen minimal kleine Inokulationen mit diesen *Pratylenchus*-Arten verursachen können, ist also nicht ganz ausgeschlossen. Es ist aber wahrscheinlich, daß die sehr sporadisch gefundenen Stücke von den aus feuchter verseuchter Erde gesammelten Knollen nebensächliche Verunreinigungen sind, zumal alle diese Proben etwas Verfaulung zeigten und saprophage Nematoden enthielten.

Zusammenfassung und Folgerung

Die Befunde zeigen, daß *Pr. penetrans*, und auch *Pr. pratensis*, nicht die Knollen der Kartoffel befällt und schädigt. Frühere Erfahrungen wiesen auch schon darauf hin (2). Die Möglichkeit, daß Knollen von verseuchten Parzellen als Pflanzkartoffeln doch noch minimale Inokulationen bewirken, ist offenbar klein, weil aus den Proben von trocken bewahrten Partien keine *Pratylenchus* isoliert werden konnten (Tabelle 3).

Bewurzeltes Pflanzgut von Baumschulgewächsen transportiert wohl *Pratylenchus*-Arten, besonders auch *Pr. penetrans*. Schlecht entwickeltes, „müdes“ Pflanzgut mit viel Nematoden in den Wurzeln zeigte aber eine gute Wüchsigkeit wenn es in gesunder, relativ nematodenfreier Erde ausgepflanzt wurde (Abb. 1), wobei die Nematodenpopulation in den neugebildeten Wurzeln sehr niedrig blieb (Tabelle 1 und Seite 486). Die Entwicklung der müden Pflanzen war, dem kleinen Stückmaß Rechnung tragend, anscheinend normal. Der Nematodenverseuchungsgrad des Bodens, und nicht der des Pflanzguts, ist offenbar für den Erfolg der Anpflanzung von primärer Bedeutung. Der geringe Wurzelbefall und die gute Wüchsigkeit blieben auch nach 2 Wachstumsperioden noch evident. Bei normalen Anpflanzungen, wobei die Wurzeln sich in gesunder Erde, von der Setzpflanze ausgehend, entwickeln, dürfte nach einem guten Anschlag keine Schädigung mehr zu erwarten sein; dies stimmt mit der Erfahrung der Praxis überein. In wie weit Präventivmaßnahmen gegen die mit Setzpflanzen übertragenen, geringen Inokulationen von reeller Bedeutung sein können, ist eine Frage, die hier nicht beantwortet werden kann, da hierbei mit der wirklichen und potentiellen Verbreitung der Nematoden und noch anderen Faktoren gerechnet werden muß.

Summary

The endoparasitic, root-infesting nematode *Pratylenchus penetrans* is known as the primary cause of sickness symptoms in potatoes (2), nursery stock (3) and other crops.

Potato tubers from 6 fields with a dense, mixed infection of *Pr. penetrans* and *Pr. pratensis*, normally harvested and stored, did not reveal any damage or infestation by *Pratylenchus* spp. in the next spring (Table 3A.).

Tubers stored in infested soil in the field until examination in the next spring („ground keepers“), revealed no specimens of *Pratylenchus* per 30 g peels in 9 samples. From 6 samples 1–4 specimens were collected. According to an examination in August/September 1956 the original crops harboured 1500–13.320 *P. penetrans* (eventually *penetrans* + *pratensis*) per 30 g of roots (Table 3B.).

From these data we conclude, that *Pr. penetrans* and *Pr. pratensis* are not tuber parasites in contradiction to *Pr. scribneri* (4) and *Ditylenchus destructor* (c.f. also Table 3, Nr. 14 and 19). There is obviously little danger, that seed tubers from infested fields after normal dry storage, could cause infection elsewhere.

Rooted plants of nursery stock do transport *Pratylenchus* species, especially *Pr. penetrans*. This appears to be a general phenomenon in several countries. However, poorly developed „sick“ plants with many nematodes in the roots showed vigorous growth when planted in clean, i.e. relatively nematode-free, soil (Fig. 1), whereas the nematode population in the newly-formed root system remained at a very low level (Table 1 and p. 2). Development of the sick plants was about normal, when allowance is made for the smaller plant size. Thus the nematode infestation of the soil appears to have more importance for the result of the planting than the nematode infestation of the plants. Root infestation was still slight and plant growth still vigorous after two growing seasons. In normal plantings, where the roots grow away from the plant through clean soil, probably no damage is to be expected in the future after a good take; this is also the experience of the practical grower. Whether plant sanitation measures could still be of practical value with respect to future plantings of susceptible crops in the same soil, remains to be seen. The real and potential distribution of the nematodes and other factors must be taken into account.

Literatur

1. s'Jacob, J. J. et Stemerding, S.: Een handleiding voor Nematologie. — Plantenziektenkundige Dienst, Overdruk **120**, 90 e.v., 1956.
2. Oostenbrink, M.: Over de betekenis van vrijlevende wortelaaltjes in land- en tuinbouw. — Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst **124**, 222 e.v., 1954.
3. —: Bodenmüdigkeit und Nematoden. — Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. **62**, 337–346, 1955.
4. Sherbakoff, C. D. et Stanley, W. W.: The more important diseases and insect pests of crops in Tennessee. — Univ. Tennessee Agric. Exp. Sta. Bull. **186**, 77 e.v., 1943/1949.

A Brief Discussion of the Root-knot Nematodes Observed in the Sugar beet Growing Areas of Turkey

By T. Diker¹⁾

With 2 Figures

Historical background

Much of the information concerning the distribution of the root-knot nematodes (Fig. 1) in Turkey has been compiled in the recent years. No exact date can be given for their discovery in Turkey, but their presence in

¹⁾ Nematologist, Agricultural Research Laboratories of the Turkish Sugar Refiner's Corp., Eskişehir, Turkey.

the sugar beet fields of Samsun Province were reported in 1934 by Ekrem Oktar and Nihat Eyriboz, with the introduction of sugar beet cultivation into that province. Information earlier than that is unfortunately lacking.

The problem of the detection and control of nematodes was taken up very seriously by the Turkish Refineries Corp. immediately after their discovery in Turkey. As root-knot nematode are known to attack many other cultivated plants, studies were also undertaken by other Institutions such as the University of Ankara, various pest control stations, and a number of other research institutions, and their findings were published.

In 1952, the first meeting to discuss the nematode problem in Turkey was held with the participation of the Turkish Sugar Corporation the Ministry of Agriculture, the University of Ankara and the Ministry of Customs and Monopoly. A variety of topics such as significance of the nematode problem, the ways of dissemination of nematodes, quarantine measures to be taken in the infested areas, the nematode-susceptible plants, the cultural practices and the chemical control methods to be followed in the control of nematodes, enactment of new laws and regulations to prevent their dissemination, and mapping of the infested areas were taken up in this meeting. Although a special consideration has been given to each of the above mentioned points, it has not been possible to check the spread of nematodes. Due to the incomplete quarantine measures, and the inadequate control of floods and transportations of seedlings and nursery stocks, more areas are being infested with nematodes every day.

The following species of root-knot nematodes were found to be present in the sugar beet growing areas of Turkey, as revealed by recently made studies (2): *Meloidogyne hapla* Chitwood, *M. arenaria* Neal., *M. incognita* Kofoid and White, and *M. javanica* Treub. It is highly probable that some other species are also present. These four most prominent species have been observed to cause a variety of damages on the sugar beets, and a number of other crops, the degree of their damage depending on the soil conditions and climatical factors.



Fig. 1. Sugar beet, infested by root-knot nematodes.

Distribution of root-knot nematodes in Turkey and their role in the sugar beet production and in the sugar industry

Sugar beet farming in Turkey has been increasing steadily due to the adaptability of different sugar beet varieties to a variety of climatical conditions existing in different parts of Turkey. They were found to cause most

damage in the irrigated sugar beet fields and in the vegetable gardens in regions of hot summers. They attack mainly the sugar beets, tomatoes, lettuce, purslane, beans, chick-peas, squash, tobacco, celery, egg plant, turnips, cabbage peppers, spinach, carrots, sun-flower, peaches, mulberries and figs.

No sign of nematodes was observed in eastern Turkey especially where the summers are cool and short and the winters are very long. Results of the field experiments conducted in 1956 show that the yield of the sugar beets grown on light soil infested with root-knot nematodes is 22% less than that of the beets grown on chemically treated plots. The sugar content of the infested beets was also found to be considerably lower than that of the healthy beets as indicated by the very low, 5,8% digestion value of the beet knot caused by root-knot nematodes. Thus, there is no doubt that nematodes decrease the sugar yields.

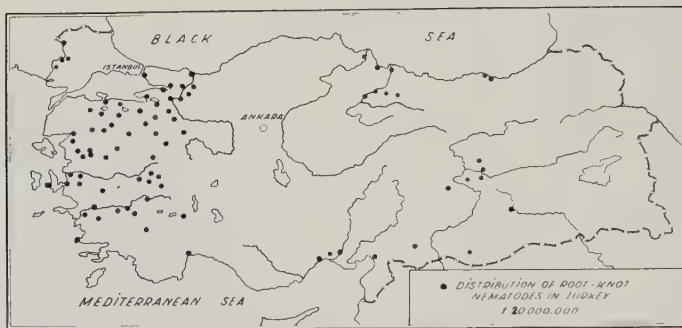


Fig. 2.

Distribution of the root-knot nematodes in Turkey is shown on the attached map. A major portion of the infested areas is located in the western Turkey. Eastern part of the Black Sea coast, and the Mediterranean region are also locally infested. The infested areas are located usually around the rivers and streams and are characterized by light, sandy soils.

Control

Chemical control of nematodes is not yet practiced in Turkey. In the recent years, various soil fumigants have been tried in the control of root-knot nematodes, and among these, D.D. and EDB (ethylene dibromide) were found to be more effective than the others. At the present time these two chemicals have found limited use in the commercial vegetable gardens. Their application to larger fields will not be economical under the present conditions in Turkey. Thus, the farmers are advised to prefer the cultural control measures for the control of nematodes in their fields. Such control measures are based on the use of a suitable rotation consisting of nematode-resistant crops such as wheat, barley, corn, oats, sorghum, alfalfa and some varieties of soyabeans. It is, of course, needless to say that early planting and early harvest followed by a repeated plowing of the soil are essential to any such rotation. This way, the nematode population of the soil is decreased considerably by the burning action of the sun.

Literature

1. Diker, T., 1956: Türkiye Şeker Pancarlarında tesbit edilen Meloidogyne (Kök Ur Nematodları) türleri. — Şeker mecmuası. sayı 21.
2. Gediz, A., 1952: Türkiye Şeker Pancarı sahalarında Kök Solucanı. — Türkiye Şeker Fab. A. Ş. No. 21.

Importance et Répartition en Belgique des Nématodes de la Sous-Famille des Heteroderinae

Par J. Van den Brande & A. Gillard

Avec 8 Figures

Introduction

La sous-famille des *Heteroderinae* est représentée en Belgique par les genres *Meloidogyne* et *Heterodera*. Les attaques de plusieurs espèces de ces parasites des racines représentent une menace sérieuse pour l'économie agricole et horticole de notre pays. C'est pourquoi il nous a paru intéressant d'en examiner la dissémination et d'entamer l'étude des plantes-hôtes.

Le genre *Meloidogyne*

Jusqu'à présent 3 espèces de nématodes des racines ont été signalées en Belgique: *Meloidogyne hapla* Chitwood, *M. arenaria* (Neal) et *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Les femelles de ces nématodes, contrairement à celles du genre *Heterodera*, ne forment pas de kystes coriaces et provoquent sur les racines d'un grand nombre de plantes des galls dont la grandeur et



Fig. 1.
Dissémination du
genre *Meloidogyne* en
Belgique.

Abb. 1.
Verbreitung der
Gattung *Meloidogyne*
in Belgien.

la forme dépendent non seulement de l'espèce de *Meloidogyne*, mais également de la plante-hôte. Les galls occasionées par *M. hapla* sont généralement petites, sphériques et produisent abondamment de radicelles latérales. Celles produites par les autres espèces sont beaucoup plus grandes. Sur des

tubercules, les nématodes des racines peuvent provoquer des nodosités de la grandeur d'un petit pois.

Les nématodes des racines sont d'origine tropicale, respectivement subtropicale. Rien d'étonnant qu'en Belgique on les trouvera surtout dans les serres, bien qu'ils aient été trouvés à plusieurs reprises en plein champ (notamment par Van den Bruel, 1938 et nous même). La carte ci-dessous nous donne un aperçu des foyers de meloidogynose¹⁾ en Belgique (fig. 1).



Fig. 2. Galles sur racines de salade provoquées par des nématodes des racines.

Abb. 2. Wurzelgallenälchenbefall an Salat.



Fig. 3. Scorsonère fourchée.

Abb. 3. Gallenartige Anschwellungen an Schwarzwurzel.

C'est surtout dans les centres de floriculture et de culture maraîchère que la meloidogynose a été constatée. Dans la région bruxelloise ce sont surtout les éleveurs de chicorée (*Cichorium intybus* L.) (fig. 5) qui se plaignent de ces parasites. Dans la région d'Anvers, de Lierre, de Gand et d'Oudenburg, la meloidogynose a été constatée surtout sur les racines de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), de salades (*Lactuca sativa* L.) (fig. 2) et de melons (*Cucumis melo* L.). Dans la région d'Oudegem et de Breendonk-Puurs ce sont les éleveurs de scorsonères (*Scorsonera hispanica* L.) qui sont tourmentés par ces parasites, à tel point que plusieurs d'entre'eux sont obligés de délaisser

¹⁾ Terme proposé pour dénommer la maladie des plantes causée par les nématodes du genre *Meloidogyne*.

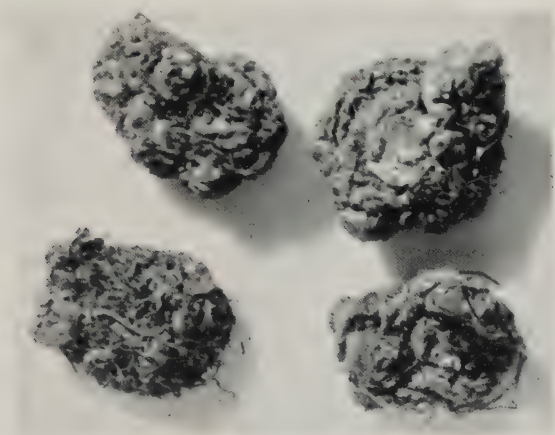


Fig. 4. Tubercules de *Begonia hybr. multiflora* présentant des galls causées par *Meloidogyne arenaria*.

Abb. 4. Erbsengroße Gallen des Wurzelgallenälchens an Knollen von *Begonia hybr. multiflora*.



Fig. 5. Chicorée-witloof attaquée par des nématodes des racines.

Abb. 5. Von *Meloidogyne* sp. befallene Zichoriwurzeln.

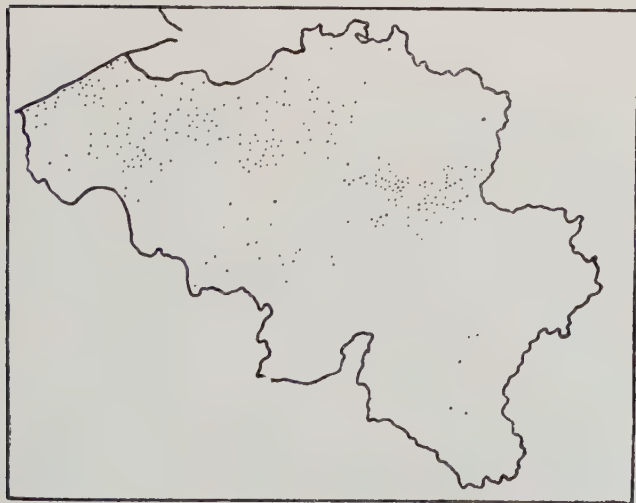


Fig. 6. Foyers d'*Heterodera* en Belgique.

Abb. 6. Verbreitung der Gattung *Heterodera* in Belgien.



Fig. 7. Kysten d'*Heterodera rostochiensis* sur racines de pommes de terre.

Abb. 7. Zysten von *Heterodera rostochiensis* an einer Kartoffelwurzel.

cette culture. Les scorsonères attaquées sont typiquement fourchues (fig. 3) et perdent toute valeur commerciale. La meloidogynose a été constatée à maintes reprises chez des éleveurs de Bégonias (fig. 4) et de Gloxinias de la région gantoise.

Le genre *Heterodera*

Les foyers d'*Heterodera* en Belgique sont beaucoup plus nombreux que ceux de *Meloidogyne* ainsi que le montre la carte ci-dessus (fig. 6).

Jusqu'à présent 6 espèces d'*Heterodera* furent découvertes en Belgique:

H. schachtii Schmidt: le nématode de la betterave.

H. rostochiensis Wollenweber: le nématode doré de la pomme de terre.

H. major (Schmidt): le nématode de l'avoine.

H. humuli Filipjev: le nématode du houblon.

H. punctata Thorne: le nématode des graminées.

H. cruciferae Franklin: le nématode du chou.



Fig. 8. Champ de pommes de terre envahi par *Heterodera rostochiensis* à Lombardsijde.

Abb. 8. Nematodenkrankes Kartoffelfeld (*Heterodera rostochiensis*).

Parmi celles-ci le nématode de la betterave est de loin le plus répandu et le plus important du point de vue économique. Selon Simon (1948) les premières attaques d'*Heterodera schachtii* sur betteraves sucrières en Belgique dateraient de 1882. Mais ce n'est que plus d'un demi siècle plus tard qu'on a commencé de se soucier de ce parasite si important de la culture betteravière. Des recherches effectuées par Van den Bruel et Simon permirent de situer plusieurs foyers d'infection de ce parasite. C'est surtout en Hesbaye que l'on trouve des foyers importants, bien que ce nématode fut observé également dans le Hainaut, dans le Brabant, dans les Polders anversois, en Flandre, dans la province de Liège ainsi que dans le Limbourg. *Heterodera schachtii* doit être considéré comme un ennemi très important de la culture betteravière en Belgique.

Le nématode doré de la pomme de terre fut signalé en Belgique pour la première fois en 1949 (J. Van den Brande, 1949) (notamment dans un sol sablonneux au littoral). Des mesures phytosanitaires sont prescrites afin de tacher de limiter l'extension de ce parasite redoutable, ennemi numéro 1 de la culture de la pomme de terre. La figure 7 nous montre des kystes d'*Heterodera rostochiensis* sur racines de pommes de terre, tandis que la figure 8 représente un champ de pommes de terre complètement envahi (Lombardsijde).

Le nématode de l'avoine (*Heterodera major*) fut observé surtout sur l'avoine et exceptionnellement sur le froment. C'est surtout en campine que l'on trouve des foyers d'*H. major*. D'une prospection systématique de cette région il résulterait certes que plus de la moitié des champs d'avoine sont infectés par ce nématode dont les dégâts causés sont en général moins importants.

Le nématode du houblon (*Heterodera humuli*) fut trouvé dans nos deux centres houblonniers (centres de Poperinge et d'Asse-Alost) au cours de l'année précédente (Gillard & Van den Brande, 1957). Ce nématode paraît très répandu en Belgique: nous l'avons pratiquement trouvé dans toutes les houblonnières (environ 40) prospectées. Des recherches concernant les dégâts et l'importance économique de ce parasite sont en cours.

Jusqu'à présent un seul foyer nous est connu du nématode des graminées (*Heterodera punctata*) ainsi que du nématode du chou (*Heterodera cruciferae*).

Des prospections systématiques nous permettront de découvrir de nouveaux foyers de ces nématodes et d'autres espèces de ces deux genres d'*Heteroderinae*.

Zusammenfassung

Die Unterfamilie der *Heteroderinae* ist in Belgien durch die Gattungen *Meloidogyne* und *Heterodera* vertreten. Mehrere Arten dieser Wurzelparasiten sind dort gefürchtete Feinde verschiedener Kulturpflanzen. Bisher wurden 3 Arten von Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne*) in Belgien beobachtet: *M. hapla* Chitwood, *M. arenaria* (Neal) und *M. incognita* (Kofoid et White) Chitwood. Diese treten hauptsächlich in Gewächshäusern auf, obwohl sie ebenfalls manchmal im Freiland gefunden wurden. Abbildung 1 zeigt die Verbreitung der Gattung *Meloidogyne* in Belgien. Wurzelgallenälchen sind wichtige Feinde von Zichorie (Abb. 5), Tomaten, Salat (Abb. 2), Melonen, Schwarzwurzeln (Abb. 3), Begonien (Abb. 4) und Gloxinien.

Folgende *Heterodera*-Arten konnten bisher in Belgien festgestellt werden: *H. schachtii* Schmidt: der Rübenneematode, *H. rostochiensis* Wollenweber: der Kartoffelneematode, *H. major* (Schmidt): der Haferneematode, *H. humuli* Filipjev: der Hopfenneematode, *H. punctata* Thorne: das Gräserwurzelälchen und *H. cruciferae* Franklin: das *Brassica*-Wurzelälchen.

Abbildung 6 stellt die Verbreitung der Gattung *Heterodera* in Belgien dar. Der Rübenneematode ist in Belgien weitaus die meist verbreitete Art und ein sehr

wichtiger Schädling der Zuckerrübenkultur. In fast allen Hopfenfeldern konnten Zysten von *H. humuli* festgestellt werden. Der durch diesen Parasiten angerichtete wirtschaftliche Schaden wird zur Zeit studiert. Durch vorbeugende Kulturmaßnahmen wird die Ausbreitung der Kartoffelnematoden unterdrückt. Die meisten Haferfelder in den „Kempen“ sind mit *H. major* verseucht.

Ouvrages consultés

- Brande, van den J. (1949): Note sur la découverte, en Belgique, du nématode de la pomme de terre, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. — Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique **80**, 21–24.
- et D'Herde, J. (1957): *Heterodera punctata* Thorne en *Heterodera cruciferae* Franklin, twee nieuwe cystenvormende aaltjes soorten voor België. — Parasitica (A l'impression).
- Bruel, W. E. van den (1938): Importance des foyers de *Heterodera marioni* Cornu en Belgique. — Bull. Inst. agr. Stat. Rech. Gembloux **7**, 262–268.
- Gillard, A. et Brande, J. van den (1955): Quelques problèmes concernant les nématodes des racines (*Meloidogyne* spp.) en Belgique, particulièrement la désinfection des tubercules de *Begonia multiflora* par traitement à l'eau chaude. — Parasitica **11** (3), 74–80.
- (1957): Note sur la découverte du nématode du houblon (*Heterodera humuli* Filipjev, 1934) en Belgique. — Parasitica **13** (1), 13–17.
- Simon, M. (1948): La dissémination du nématode de la betterave dans les pays betteraviers. — Public. Inst. belge pour l'amélioration de la Betterave **16** (4), 223–240.

Bioassay in Entomological Research

By W. M. Hoskins¹⁾

With 2 Figures

It is convenient to divide the numerous uses of bioassay in entomology into three classes: a) determination of the amount of a toxicant in a formulation, in a deposit, in the soil or in and on plant or animal products, especially edible portions. Thus, much residue analysis is done by some bioassay procedure. b) testing the efficiency of new toxicants and synergists, new formulations, or new methods of application both in the laboratory and on field scale. Such use is commonly called screening when numerous materials are involved. c) comparison of the susceptibility to toxicants of different species or of strains of a given insect species during the course of a continued chemical control program. It may be noted that bioassay is the only direct method for measuring the development of resistance but that in this case organisms are compared by means of a known chemical rather than chemicals by means of a uniform organism as in the other two types of bioassay. In uses a) and b) bioassay is an alternative to chemical analysis but for use c) it is unique.

The response used as the criterion of effect must either vary only negligibly from one individual to another if they are used singly or in small groups, or, as is usually the case, the test organisms are selected from a large population in groups of sufficient size so the variation in susceptibility is closely the same from one group to another. Exposure must be made in a standardized manner, whether by ingestion of poisoned food, direct application to some area of the body, injection of the toxicant into the body, contact with a toxicant spread on a surface or exposure to it in gaseous or vapor form (in which

¹⁾ Contribution from the laboratory of insect physiology and toxicology, Dept. of Entomology and Parasitology, University of California, Berkeley, California

cases the length of exposure is of vital importance). The selected reaction of an organism, e.g., knockdown, some special form of agitation, or death, must be detectable without ambiguity or at worst with only minor uncertainty. Since the effects of a toxicant usually require a period to develop, the interval from exposure to examination must be standardized. And lastly, all conditions which affect the selected criterion must be recognized and controlled to the practical limit. This includes physiological factors such as age, sex, nutritional state and environmental conditions of temperature, humidity, light, air movement, etc.

It is a familiar fact that the individual members of any group differ in their reactions to disturbing influences. Thus some individuals in a group of flies succumb to the merest whiff of a household spray, others require a larger amount, and some stubbornly refuse to be killed by a very large dose. If such a group of insects is used in a bioassay, e.g., by exposing them to the evaporated extract from a pound of dusted tomatoes, a certain percentage may be killed. This will have meaning in terms of amount of residual insecticide only if it is compared with the results from similar exposure to several amounts

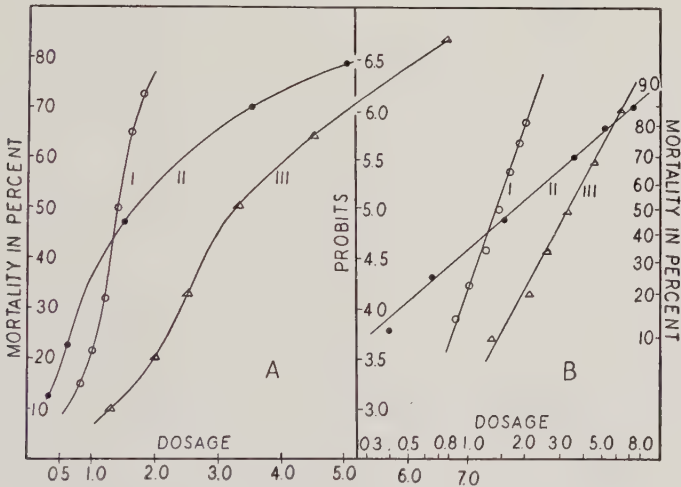


Figure 1. A: dosage-mortality lines, illustrating varied forms when plotted on linear scales. B: straight lines resulting from plot of same data on log dosage-probit scales.

of the same insecticide. A plot of the fractions or percentages killed by each amount gives an S-shaped, i.e., a sigmoid curve, whose detailed shape may be infinitely varied as shown by three examples in Graph 1A. It is possible but not practical to use such a curve (supposing it were characteristic for the insecticide used on the tomatoes) to determine the amount of the chemical corresponding to the mortality caused by the residual toxicant on the pound of tomatoes. It was recognized long ago that such dosage-mortality curves would be much more useful if they could be transformed to straight lines, or as the mathematicians say, „rectified“.

This problem was first solved by Gaddum (1923) who changed each axis. For dosage he used logarithm of dosage (or plotted the experimental values on a logarithmic scale). For the linear percent mortality scale he substituted an unequally spaced scale that may be calculated from the fact that

if any property of a population, e.g., susceptibility to a poison, is measured in the individuals, the largest number will be centered about the mean value and successively smaller numbers are either more or less susceptible. The percentage scale is then divided into new units, positive above 50 percent and negative below, so that an equal number of affected individuals are included in each unit. In effect, the percentages are crowded about 50 percent and scattered further apart at both the low and the high ends of the scale (cf. Graph 1 B). In large groups the variation in numbers usually follows rather closely the so-called normal law of chance which governs the occurrence of random happenings such as drawing of cards or throwing of dice. When both dosage and percent affected are expressed in the new units, the dosage-mortality curve becomes a relatively straight line, especially in the center portion.

Bliss (1934) introduced the convenient term „probit“ for 5 plus the units in which Gaddum had expressed percentage of affected individuals, thus removing the inconvenience of using negative numbers. He also gave a handy table for the conversion. In practical work, it is easier to use graph paper with scales that automatically make the transformations. Graph 1 B shows the log dosage-probit (or ld-p) lines, corresponding to the dosage-mortality lines of Graph 1 A.

The straight line through the points on a log dosage-probit plot may be located rather accurately by eye if the points are consistent but if they are scattered, some test of fitness of the line is necessary. The most widely used methods are at least squares, i.e., a line may be calculated such that the sum of the squares of mortality deviations (in probit units) is less than for any other line that could be drawn.

b) The method of maximum likelihood involves drawing a line by eye among the experimental points and then calculating „corrected“ points (y) by a formula containing the probit from the line (Y), the proportion of survivors from the line (Q), the proportion of survivors by experiment (q) and the ordinate to the normal frequency curve (z) corresponding to Y , i.e., $y = Y + (Q - q)/z$, for each point. Convenient tables for the necessary calculations, including weighting coefficients, are given by Bliss (1938) and Finney (1952). To speed these operations, Lichtfield and Wilcoxon (1949) have furnished nomographs by which the corrected line determined as described above may be tested for goodness of fit by the $(\text{Chi})^2$ test and confidence limits for both the LD 50 value and the slope of the ld-p line may be calculated rapidly and easily.

If the slope is steep so that a given change in dosage causes a relatively large change in percent affected, the population used is spoken of as relatively homogeneous. Conversely, the flatter the ld-p line the more heterogeneous the population. These variations affect the sensitivity and accuracy of the tests which may be made. Considering two lines of (Graph 1 B), it is obvious that a given uncertainty in mortality corresponds to a much greater uncertainty in dosage in case of line II than for I. This means that determinations of a residual insecticide made with population II will be subject to a larger error than those made with population I. In fact, the best measure of the error to be expected, the so-called standard deviation, changes inversely with the slope of the ld-p line. This might be taken to mean that the more homogeneous a population is the better it is suited for use in bioassay. Practically, this often is not the case for the portion of an unknown sample taken for analysis may miss the standard ld-p line entirely. This has been the case with the suscep-

tible strain of houseflies used at Berkeley which is so homogeneous toward heptachlor and dieldrin that one or two orienting runs often have to be made in order to land on the line and especially somewhere near 50 percent mortality.

Probably the most favorable insect population for bioassay is one of intermediate heterogeneity, which fortunately is the usual condition of natural, unselected colonies. Also, these vary less than selected strains when bred in captivity. Precautions must be taken that the breeding colony is large for otherwise some of the genes that give the desired degree of heterogeneity may be lost. Degree of heterogeneity of a given strain of insects varies greatly from one pesticide to another and, theoretically, a different strain may be best adapted for use with each one. This subject has been examined only casually with houseflies and not at all with other species, but in the future it may become important. Sexual differences in susceptibility to insecticides have been found in numerous cases and these are not removed by recalculating to unit weight and thus allowing for difference in weight of the sexes. The significance is that for bioassay in which a marked sexual difference exists, it is necessary to use a single sex or to check traher frequently to assure that the sexual ratio remains constant.

The practical use of bioassay always involves establishment of a ld-p line for the insecticide concerned applied to the test insect. If a formulation is being examined for effectiveness or a sample for residual pesticide, a similar line is determined using several amounts of the unknown material. These two lines may or may not be parallel, cf. Graph 2, obtained in bioassay of DDT residues. In either case, the amount of active insecticide in the unknown sample that caused 50 percent mortality must be the same as the LD 50 dose of the known. For example, in the figure, a_1 from I, contains the same amount of DDT as a_2 from II. Since a_2 came from 6.5 ml extract = 6.5 grams of sample, the concentration of DDT in the sample is $0.3/6.5$ or 0.46 ppm. In this calculation the comparison was made at 50 percent mortality, but from the nature of the graphs it may be made at any mortality level. However, sometimes the lines are not parallel, e.g., I-III or I-IV, and in this case an unambiguous estimate of the unknown cannot be made. The usual reason for a flatter ld-p line for the unknown sample is increasing covering up of the insecticide by larger amounts of extractives, cf. line III. On the other hand, if the ld-p line for the unknown is steeper, as line IV, this indicates that some part of the extractives is toxic.

A case of special interest arises when the identity of the toxicant is not known, as may happen with a sample of unknown history. The fact that

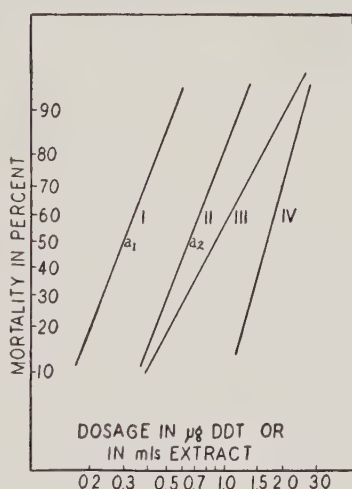


Figure 2. Log dosage — probit lines from DDT bioassay showing standard and sample lines parallel (I and II), sample line flatter (III) and steeper (IV).

greater mortality is caused by the sample than by a check sample of the same material is proof that some toxic chemical is present. But with no reference ld-p line available a quantitative estimation is possible only in terms of an assumed toxicant. Fortunately the modern insecticides fall into groups of comparable toxicity. Thus with the strain of houseflies used as test organisms for bioassay at Berkeley the LD 50's by the small vial method (in ug per vial) are approximately: DDT 14, dieldrin 11, toxaphene 9, rotenone 4, chlordane 4, heptachlor 0.9, aldrin 0.9, EPN 0.9, lindane 0.6, dieldrin 0.6, parathion 0.4. An unknown sample may be referred to DDT and the contaminant reported as the equivalent of n_1 ppm DDT. Or, referring to chlordane, it may be called the equivalent of n_2 ppm chlordane, or similarly, to n_3 ppm parathion, the ratios $n_1:n_2:n_3$ being equal to the ratios of LD 50 DDT : LD 50 chlordane : LD 50 parathion. It is obvious that the less susceptible the test organism is to the chosen reference toxicant, the greater the equivalent contamination will be.

With somewhat more effort an extract may be partitioned on a column by use of several eluting solvents and a partial identification made. Rather characteristic behavior of the test insects such as the typical DDT jitters, and the tendency of apparently dead individuals to revive quickly as in case of poisoning by pyrethrins, also serve to indicate the presence of certain toxicants. Bioassay thus has a limited degree of specificity.

When bioassay is used to compare two strains of a species as in cases of suspected resistance, the ld-p lines usually are parallel if the strains differ only 3 to 4 fold in LD 50's. With greater differences, the line for the more resistant strain is always flatter (Hoskins & Gordon 1956). It should be mentioned that the slight differences in susceptibility from one generation to another in a standard test colony result in a series of parallel lines. If one has a markedly different slope it is an indication of some error in the bioassay technique rather than a real change in the heterogeneity of the colony. In fact, experience indicates that the slope may be trusted more than the individual points in day-to-day measurements with a colony.

The other important source of variation in bioassay is the contact between the test organism and the toxicant. The term contact is to be understood to include exposure to a gas, to solids or liquids on a surface and to topical application on some area of the body. Uptake of insecticide through the integument varies greatly in various regions as judged by the quickness of onset and severity of symptoms and by the diminution of insecticide recovered when the treated insect is rinsed in a solvent. In general, the thick hard regions are entered most slowly. Hence the region contacted must be standardized both for location and area.

Application in a volatile solvent soon leaves a solid toxicant as a finely divided powder partly dissolved in the lipids of the integument. It has been suggested (Busvine 1951) that solubility in the lipids is the limiting factor in uptake of the organic insecticides. If a non-volatile solvent such as an oil is used, distribution of the insecticide between the outer solution and the integumental lipids would control penetration. Nonvolatile solvents of high dissolving power for the insecticide hold it back and retard penetration, but on the other hand, solvents of low dissolving power promote entry, with the limitation, of course, that enough insecticide must be present so the outer film does not become depleted. This effect has been called Ferguson's (1939) principle and is of wide applicability to the absorption of many kinds of chemicals.

In order to eliminate variations among procedures formerly used, Busvine and Nash (1953) proposed that a refined petroleum oil called Shell Oil P 31 be used as solvent. The solution diluted with ether was put on filter paper and exposure made after the ether had evaporated. This method has been used widely in surveys conducted by the World Health Organization, to determine incidence of resistance on the part of several disease-bearing insects.

When extracts of plant or animal tissues are evaporated, the extractives, principally oils, fats, waxes, sterols and lipoproteins, entrap the insecticide and affect its contact with the test insects (Hoskins & Messenger 1950; Hoskins et al. 1952). Sun & Sun (1952) added to the insecticide in the standard runs an amount of extractives from untreated samples equal by weight to those in the test sample. For many uses this is satisfactory but it has two limitations: first, sensitivity often is greatly reduced because the extractives hold the insecticide in very dilute solution and some are sufficiently good solvents to restrain it from entering the insect integument, in accordance with Ferguson's principle. Secondly, some extractives are toxic to flies and probably to other test insects, and even if non-toxic they may cause small test insects such as *Drosophila* flies to become smeared and unable to move.

Numerous workers have used columns of fine particles, usually one of the clays, to remove the extractives. These are excellent for removal of pigments and other reactive chemicals but inefficient for oils and fats. Reasoning that if particles having a surface similar to these substances could be put in a column they would be able to hold the oils and fats more efficiently, a column composed of fine alumina particles lightly coated with a mixture of paraffin wax and petroleum jelly has been devised (Erwin et al. 1955) which removes the oils and fats very efficiently. A still better column is composed of powdered polyethylene and this is now used in the residue laboratory at Berkeley and elsewhere.

Extracts purified in one or another manner may then be added to an insect's food, e.g., to canned pumpkin with *Drosophila melanogaster* adults (Fisher & Smallman 1954), or they may be dissolved or suspended in water and mosquito larvae added as test organism (Hartzell and Storrs 1950). The criteria used are death or inability to swim normally and a test usually requires several hours. Another method takes advantage of the tendency of mosquito larvae to move away from a strong light (Burchfield et al. 1952). In the presence of insecticides the larvae lose the ability to respond to light and a quantitative test has been devised that requires from a few minutes to a few hours.

The more common practice is evaporation of the purified extract upon a surface to which crawling insects are then exposed. Laug (1946) evaporated an ether extract on the bottom of a 250 ml Erlenmeyer flask, confined houseflies therein and determined mortality twenty hours later. Use of small shell vials and addition of a uniform volume (2 mm³) of light refined spray oil (Hoskins et al. 1952) increase both the sensitivity and reproducibility of the test. This procedure was a forerunner of the Busvine-Nash technique with filter paper, mentioned above. These few examples from among the large number of techniques for exposure of the test organism are applicable not only to residue analysis but to screening for new insecticides and for measurement of resistance.

Murray (1940) made the first study of the relative amounts of spray that reached houseflies in a typical Peet-Grady spraying and found a twelve to

fourteen fold variation. Furthermore, the ratio varied greatly from one test to another. To avoid the variation smaller chambers have been devised such as the noted Stellwaag (1931) or Campbell-Sullivan (1938) settling tower in which spray or dust introduced at the top settles upon insects confined in a small screen cage at the bottom, or upon surfaces such as the lower half of Petri dishes. This was further improved by Potter (1941) and his design is widely used especially in Europe.

A number of small horizontal spray or dust chambers have been devised. With one of these (Hoskins & Caldwell 1947) the variation in deposit upon individual flies varies only two fold as contrasted with the much greater variation in a Peet-Grady chamber.

The numerous procedures and devices which have been mentioned are only a fraction of the total number reported in the scientific literature. The question may arise whether so many are either necessary or desirable and if not, upon what criteria shall a selection be made. The criteria mentioned earlier as applicable to any bioassay provide a basis but need to be applied in a quantitative manner. It is clear that only procedures or devices intended for the same purpose can be compared. For example, chambers may be compared for value in rating fly sprays but a comparison of topical application versus fumigation is quite meaningless. Unfortunately, very few comparative tests of any kind have been recorded.

The need for standardization of bioassay procedures was recognized by the Third International Congress of Crop Protection at the Paris meeting in 1952 and a general committee with subcommittees in various countries was appointed to examine the matter. The American subcommittee composed of a dozen Canadian and US workers with bioassay in entomology held a meeting at the time of the Tenth International Congress of Entomology in Montreal in August, 1956, and rendered a report to the Fourth International Congress of Crop Protection in 1957.

Summary

The three uses of bioassay in entomology are determination of amount of an insecticide, efficiency of new toxicants or formulations and comparison of susceptibility of species or strains within a given species. All involve a quantitative relation between dosage and response which is best expressed by the log dosage-probit (ld-p) line. The slope of this line is a measure of the heterogeneity of the population used with respect to the toxicant. An intermediate heterogeneity is usually preferable. Contact between test insects and toxicant is difficult to standardize. Many procedures and devices have been used for this purpose. There is need for further work on standardization of bioassay.

References Cited

- Bliss, C. I.: *Science* **79**, 38-39, 409-410, 1934.
— — *Quarterly Journal. Pharm. and Pharmac.* **11**, 192-216, 1938.
Burchfield, H. P., Hilehey, J. D. and Storrs, Eleanor E.: *Cont. Boyce Thompson Inst.* **17**, 57-86, 1952.
Busvine, J. R.: *Nature* **168**, 193-195, 1951.
— — and Nash, Ruth: *Bull. Ent. Res.* **44**, 371-376, 1953.
Campbell, F. L. and Sullivan, W. M.: *Soap* **14** (6), 119-125, 149, 1938.
Erwin, W. R., Schiller, Dora and Hoskins, W. M.: *J. Agr. and Food Chem.* **3**, 676-679, 1955.
Ferguson, J.: *Proc. Royal Soc. London (B)* **127**, 387-404, 1939.
Finney, D. J.: *Probit Analysis*. 2d Edition, 318 pp., 1952. Cambridge Univ. Press.
Fisher, R. W. and Smallman, B. N.: *Canadian Entom.* **86**, 562-569, 1954.
Gaddum, J. H.: *Privy Council, Medical Research Council, Special Report Series* **183**, 46 pp., 1933.

- Hartzell, A. and Storrs, Eleanor E.: Cont. Boyce Thompson Inst. **16**, 47-53, 1950.
- Hoskins, W. M. and Caldwell, A. H. jr.: Soap and Sanit. Chems. **23** (4), 143-145, 161, 163, 165, 167, 1947.
- — and Messenger, P. S.: Advances in Chemistry, Series **1**, 93-98, 1950.
- — Witt, J. M. and Erwin, W. R.: Anal. Chem. **24**, 555-560, 1952.
- — and Gordon, H. T.: Ann. Rev. Ent. **1**, 89-122, 1956.
- Laug, E. P.: J. Pharm. and Exp. Therap. **86**, 324-331, 1946.
- Lichtfield, J. T. jr. and Wilcoxon, F.: J. Pharm. and. Exp. Therap. **95**, 99-113, 1949.
- Murray, C. A.: Soap and Sanit. Chems. **16** (6), 111-119, 120, 1940.
- Potter, C.: Annals. Appl. Biol. **28**, 142-169, 1941.
- Stellwaag, F.: Z. f. angew. Entom. **18**, 113-132, 1931.
- Sun, Y.-P. and Sun, J.-Y. T.: Journ. econ. Entom. **45**, 26-37, 1954.

The Susceptibility of Crops to Insect Injury in Relation to the Chemical Constitution of the Plant

by A. J. Thorsteinson

(Department of Entomology, The University of Manitoba, Canada)

Virtually all crops suffer in some degree from injury by one or more species of insects. Some insects such as grasshoppers are "general feeders" and injure many different crops although they generally attack some plants more readily than others. Other insect species are highly discriminating and restrict their attack to only a few crop species or perhaps only one. Within crop species there are varieties which adventitiously or by the design of plant breeders, differ in their susceptibility to injury from one or more species of insect enemies.

Some susceptible crops are closely related to wild plant species, or less well-adapted agronomic varieties, from among which it is possible to select insect resistant lines useful for breeding resistant varieties of crops.

The nature of insect resistance in crops may be morphological (tough tissue, hairy surface, etc.); phenological (late or early plants may escape infestation) or it may be chemical (presence of distasteful or poisonous substances in the plant tissue). The present discussion is restricted to the chemical aspects of susceptibility.

Insects require food in order to grow and develop (immature forms, e.g. larvae), to mature the ovaries (adult females), and to furnish energy (especially motile forms). This need for food may be presumed to have a physiological basis — an excited state of those loci in the central nervous system concerned with feeding activity — equivalent in motivation to the human sensation of hunger. This accounts for the readiness with which insects in this state will nibble or probe almost any non-repellant substrates available to them. This nibbling is of relatively short duration if the food is not suitable. Suspension of feeding may be due to the presence of a distasteful substance which is appropriately termed a „rejectant“. Cessation of nibbling often occurs, however, when no rejectant is present and this indicates that suitable food must

also contain substances that provide a stimulus to continued feeding activity and such substances are conveniently designated as "acceptants"¹⁾.

Until recently it has been considered that acceptants are typically devoid of any significant nutritional significance to the insect (token feeding stimuli) such as glycosides because such substances have been demonstrated to account for the selectivity of food choice in certain insects. It was thought that less selective insects were governed in their choice of food simply by the presence or absence of repellants and rejectants. However, this hypothesis was not consistent with the fact that many insects including both general and selective feeders are stimulated to feed by sucrose. The importance of nutrients in the palatability of food for wireworms, however, was shown clearly by Thorpe et al. in 1947 and it was demonstrated also that token stimuli require the presence of nutrient substances to stimulate maximum feeding activity (Thorsteinson 1953). More recently we have found that numerous plant constituents of nutritional importance including sugars, amino acids, amides and water soluble vitamins, can stimulate feeding by grasshoppers and other leaf-eating insects. The researches of Nuorteva (1952) on leafhoppers indicate that similar phenomena occur in sap-sucking insects. Information in this field is still scanty but it indicates that the kind and quantity of numerous substances in leaves including both token stimulus substances and "sapid" nutriment will influence their palatability to insects. These factors, together with the physical texture of the leaf (ingestibility), moisture content, the presence or absence of toxins, repellants and rejectants, and the phenological synchronization of the life cycles of the plants and their insect enemies are all of importance in determining the degree of insects injury to crops.

In addition to their effect on feeding behaviour of insects, nutrient substances may be expected to influence insect numbers through their metabolic effect on insect growth and reproductive potential. This is illustrated for example by the observations of Grison (1952) of the role of lecithin in egg production by the Colorado potato beetle. The leaves of plants are excellent dietary sources of most of the recognized nutrients essential to the growth of animals. Nevertheless, the chemical constitution of plants varies in respect of nutrients and it is not justifiable to assume that these variations do not affect the development of phytophagous insects. This is perhaps especially significant in insect species that are restricted to few host plant species and cannot supplement deficiencies in one food from another. We need to obtain a great deal more information about this aspect of insect — plant relationships. However, any effect of nutrient deficiency is likely to be reflected in reduced insect abundance in subsequent generations rather than to protect current crops.

In the foregoing discussion we have considered some aspects of crop susceptibility to insects in the immediate environment. However, in addition to their requirements for palatable and nutritious food, insects require some guidance in their search for food because suitable food plants are frequently distributed sparsely or at some distance. The color of plants is presumably of some value to insects in their search for food. However, this visual cue seems too unspecific to account for the ability of insects to find their food

¹⁾ The terms "rejectants" and "acceptants" have been adopted following discussions with Mr. R. H. Dadd and G. Goodhue, Imperial College, London. This avoids the use of the terms "attractants" and "repellants" when no orientated movement toward or away from the substrate occurs.

plants. It is a matter of common experience that plants possess odors often highly characteristic of the species. This, together with the demonstrable olfactory sense of insects, suggests that odorous substances must play a role in attracting insect pests to crops. Nevertheless, there is a conspicuous lack of evidence to support the belief that such odors guide insects to their food over appreciable distances and it must be recognized that random searching is probably an important phase in food finding behaviour, until chance brings the insect rather close to the food plants. The distance from which an insect can orientate to the food plants with precision will, of course, vary with the quantity of odor emitted by the plants, the delicacy of the olfactory sense in the insect species and meteorological conditions. The effect of winds on olfactory orientation is not yet clearly understood. It seems likely, however, that attractive odors at concentrations above a critical threshold release in insects the type of behaviour called "anemotaxis" whereby the insect flies upwind bringing it closer to the source of the odor. To the extent that attractants (and repellants) affect the success of insects in locating the food plants such chemical constituents in the leaves are significant in determining the susceptibility of crops to insects.

References

- Grison, P. A. (1952): Relations entre l'État physiologique de la plante-hôte *Solanum tuberosum* et la Fécondité du Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Trans. IXth. Int. Congr. Ent. Vol. I, 331–337.
- Nuorteva, P. (1952): Die Nahrungspflanzenwahl der Insekten im Lichte von Untersuchungen an Zikaden. — Ann. Acad. Sci. Fenn. A 4, Biologica 19, 6–90.
- Thorpe, W. H., Crombie, A. C. and Darragh, J. H. (1947): The Behaviour of Wireworms in Response to Chemical Stimulation. — Journ. Exp. Biol. 23 (3 and 4) 234–266.
- Thorsteinson, A. J. (1953): The Chemotactic Responses that Determine Host Specificity in an Oligophagous Insect (*Plutella maculipennis* [Curt.]) Lepidoptera. — Can. Journ. Zool. 31, 52–72.

Der Flug von Insekten über pflanzenfreien und pflanzenbewachsenen Flächen

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten, Direktor: Prof. Dr. H. Braun, Bonn)

Von V. Moericke

Mit 2 Abbildungen

Wie frühere Untersuchungen ergaben, fliegen manche phytophagen Insekten während des Befallsfluges über pflanzenfreien Flächen („Brache“) niedrig über dem Boden und landen auf gelb-grüne Farbreize hin (Müller 1953 a, Moericke 1955 a). Andere zeigen keine solche Farbreaktion (Eastop 1955, Heathcote 1957). Es erhebt sich die Frage, wie verhalten sich die beiden Gruppen über grünen Pflanzenbeständen und an deren Rand und welchen Einfluß haben solche Bestände auf die Flugdichte. Diese Frage sollte durch Vergleich der Fänge in Gelbschalen bzw. Saugfallen einerseits auf brachem Boden, andererseits im grünen Pflanzenbestand geklärt werden.

Methode

Die Flugdichte in boden- bzw. bestandsnaher Luftschicht wurde mittels vereinfachten Saugfallen nach Johnson (Moericke 1955b) festgestellt; diese waren in den Boden eingearbeitet, so daß sie in Bodenhöhe mündeten. Die auf Gelb reagierenden Arten wurden, soweit sie sich in Landestimmung befanden, mit Gelbschalen (34×34 cm) erfaßt. Als Pflanzenbestände waren 1954 kleine Roggenparzellen angelegt, eine $1,35 \times 1,35$ m, eine andere 2×2 m groß, eine dritte bildete einen 80 cm breiten Rahmen um eine $1,60 \times 1,60$ m große Brachfläche. Der Roggen wurde etwa handhoch gehalten. 1955 wurden Zuckerrüben bzw. Kartoffeln in Pikierkästen (56×43 cm) gepflanzt. Diese Kästen, die etwas in den Boden versenkt wurden, so daß die oberen Blätter kaum über die Bodenhöhe hinaus ragten, wurden zu 12 aneinander gestellt, so daß Parzellen in Größe von etwa $1,80 \times 1,80$ m entstanden. Die Gelbschalen bzw. Saugfallen befanden sich in der Mitte der Parzellen, und zwar etwa in Bestandshöhe (die praktisch mit der Bodenhöhe übereinstimmte). Da diese Höhe nicht exakt festlegbar war, wurde in einem Versuch eine Falle besonders tief, eine zweite besonders hoch, beide um 20 cm differierend, angebracht. Es zeigte sich dabei kein wesentlicher Unterschied, so daß man annehmen darf, daß die Ergebnisse nicht etwa durch eine zufällig eingehaltene besondere Höhenlage der Fallen bedingt sind.

Es waren 2 Fangstellen mit Saugfallen, eine auf Brache und eine in einer grünen Parzelle, und zwei entsprechende Fangstellen mit Gelbschalen eingerichtet, und zwar auf einer insgesamt etwa 16×16 m großen Bodenfläche im Instituts-garten. Die einzelnen Stellen hatten einen Abstand von 3–4 m voneinander.

Zum Ausgleich etwaiger örtlicher Verschiedenheiten der 4 Fangstellen wurden nach jedem Fang entweder die Gelbschalen mit den Saugfallen oder die aus den Pikierkästen bestehenden Parzellen mit den Brachestellen ausgetauscht; zu einer Fangserie wurden dann jeweils 3 Einzelfänge vereinigt, bei denen jede Kombination (Gelbschale-Brache; Gelbschale-Pflanzenbestand; Saugfalle-Brache; Saugfalle-Pflanzenbestand) einmal an jeder Fangstelle gestanden hatte. Es zeigte sich allerdings, daß diese Maßnahme kaum notwendig war. Es war nämlich die in den Abbildungen und Tabellen deutlich werdende Tendenz in fast sämtlichen Einzelfängen, unabhängig vom Standort, die gleiche.

Ergebnisse

Im Versuch von 1955 (Abb. 1) fingen sich in den Gelbschalen (Saugfallen wurden hier noch nicht verwendet), die von Roggen umgeben waren, nur 8–22% Aphiden im Vergleich zu Gelbschalen, die auf benachbarter, freier

Brachefläche standen. Die stärkste Minderung des Einflugs wurde durch die größere Roggenparzelle erreicht (8–9%), jedoch übte auch die kleine Parzelle, bei der die schmalste Stelle der Grünfläche bis zum Rand der Gelbschale nur 50 cm betrug, einen wesentlichen Einfluß aus (11–15%) und selbst bei dem geschlossenen

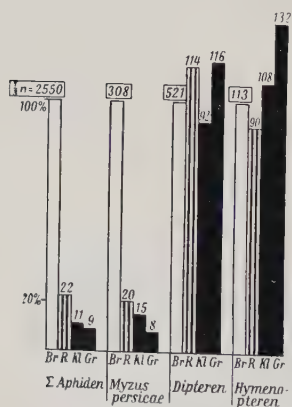


Abb. 1. Fänge in Gelbschalen in Bodenhöhe: 1. auf freier Brache (Br), 2. auf Brache, die von einem geschlossenen, 80 cm breiten Roggenrahmen umgeben war (R), 3. auf kleiner Roggenparzelle ($1,35 \times 1,35$ m) (KI) und 4. auf größerer Roggenparzelle (2×2 m) (Gr). n = absolute Zahlen; auf Brache standen jeweils 3 Schalen. Bonn, 30. 6. bis 10. 7. 1954

grünen Rahmen, wo die Gelbschalen unmittelbar von über 60 cm breiter Brache umgeben waren (erst auf diese folgte der Rahmen), ergab sich eine eindeutige Minderung (20–22%). Bei den Dipteren und Hymenopteren war

das Ergebnis ein ganz anderes. Hier waren die Fangzahlen über Brache und grünen Parzellen etwa gleich hoch.

Bei den Versuchen mit Zuckerrüben oder Kartoffeln als Pflanzenbestände (1955, Abb. 2, Tab. 1) ergaben sich, wenn man zunächst die Gelbschalenfänge für sich betrachtet, für *Doralis fabae* (Scop.) und *Pemphigus spec.* die gleichen Verhältnisse: die Gelbschalen im Pflanzenbestand fingen nur einen Bruchteil (1—8%) von den Gelbschalen auf Brache. Für *Myzus persicae* (Sulz.) gilt das gleiche im Rübenbestand. Bei der Kartoffelumgebung war die Minderung nicht immer so groß (im Durchschnitt 50%). *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) bzw. *amygdali* (Blanch.) flog, wie zu erwarten war, fast nicht in die Gelbschalen ein (sie landet häufig nur auf einem Gelb mit starker UV-Remission); trotzdem war der Unterschied zwischen Brache und Pflanzenbestand an den wenigen Einfügen im gleichen Sinne wie für die anderen Arten erkennbar.

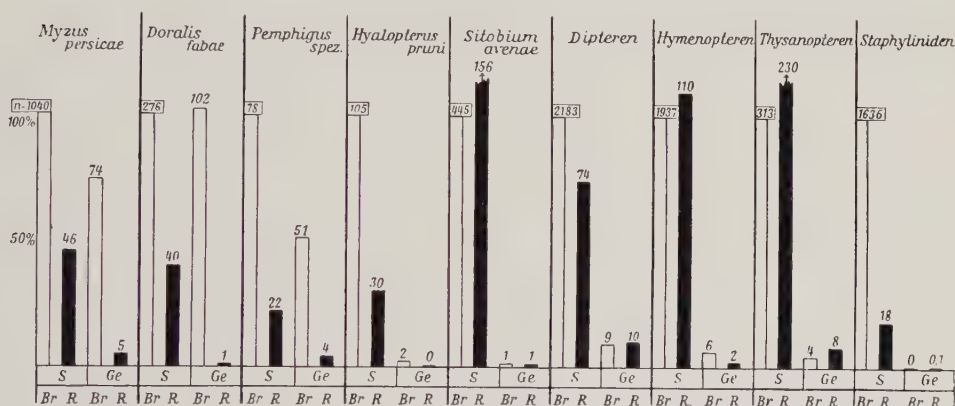


Abb. 2. Fänge in Gelbschalen (Ge) und Saugfallen (S) auf Brache (Br) und in kleinen Rübenparzellen (R). n = absolute Zahlen. Bonn, 22.–27. 7. 1955

Für *Sitobium avenae* (F.) bzw. *Sit. granarium* (Kirby) bestätigte sich, daß diese Arten keine Farbländereaktion zeigen (Eastop 1955, Heathcote 1957); ihr Einflug in Gelbschalen war äußerst schwach, ein Unterschied zwischen Bestand und Brache ergab sich nicht. Das gleiche gilt für die Staphyliniden (darunter vor allem *Oxytelus nitidulus* Grav., *O. tetracaratus* Block. und *Atheta* spp.¹⁾].

Tabelle 1. Prozentuale Fänge in Gelbschalen und Saugfallen auf Brache (Br) und in kleinen Kartoffelparzellen (K). Bonn, 29.–31. 7. 1955

n = absolute Zahlen

		<i>Myzus persicae</i>	<i>Doralis fabae</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Sitobium avenae</i>
Saugfalle	n	185	99	28	149
	Br	100	100	100	100
	K	88	60	20	198
Gelbschale	Br	51	144	0	1
	K	24	9	0	0,5

¹⁾ Für die Bestimmung danke ich Herrn Dr. Fritz Leuchs, Bonn.

Die Gelbschalenzahlen für Dipteren waren bei Brache- und Rübenumgebung etwa gleich. Es wurde damit der Befund vom Vorjahr bestätigt. Die Hymenopteren, bei denen es sich vorwiegend um Schlupfwespen handelte — ihre Anzahl ist erstaunlich — waren bei Bestandsumgebung weniger häufig, anders als im Vorjahr; diese Verschiedenheit braucht nicht zu überraschen, wenn man bedenkt, daß hier die Arten einer ganzen Ordnung zusammengefaßt sind. Thysanopteren, die an sich wenig auf Gelb reagierten, fingen sich bei Pflanzenumgebung häufiger.

In den Saugfallen zeigte sich der Unterschied zwischen Brache- und Pflanzenumgebung bei den auf Farben reagierenden Arten in gleichsinniger, wenn auch abgeschwächter Weise wie in den Gelbschalen: so bei *Myzus persicae* (Sulz.) (im Kartoffelbestand zum Teil allerdings nicht so deutlich), bei *Doralis fabae* (Scop.), *Pemphigus spec.*, *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) und bei Psylliden (Tabelle 1, 2 und Abb. 2). Im Gegensatz dazu wurde *Sitobium avenae* (F.) in der Saugfalle im Kartoffel- bzw. Rübenbestand viel häufiger

Tabelle 2. Prozentuale Fänge in Gelbschalen und Saugfallen auf Brache (Br), in Kartoffel (K)- und Zuckerrüben- (Z) Parzellen. Bonn, 26.–27. 7. 1955
n = absolute Zahlen

		<i>Myzus persicae</i>	<i>Doralis fabae</i>	<i>Pemphigus spec.</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Sitobium avenae</i>	Psylliden	Thysanopteren	Staphyliniden
Saugfalle	n	205	114	32	9	214	50	447	2222
	Br	100	100	100	(100)	100	100	100	100
	K	44	41	19	(33)	120	28	160	13
	R	41	40	15	(22)	150	40	110	20
Gelbschale	Br	103	93	60	0	2	260	4	0,5

gefangen als über Brache (120–200%). Bei den Dipteren und Hymenopteren zeigte sich kein großer Unterschied zwischen Bestand und Brache. Die Thysanopteren waren ähnlich wie in den Gelbschalen beim Bestand häufiger, die Staphyliniden dagegen wesentlich seltener als bei Brache.

Ein Vergleich von Saugfallen- und Gelbschalenfängen kann nur ein relativer sein: zwar wird der Einzugsbereich beider größenordnungsmäßig etwa gleich, aber für die einzelnen Arten und bei verschiedenen Bedingungen doch sehr unterschiedlich sein. Die Gelbschalen hatten in Brache höhere oder etwa gleich hohe Fänge wie die Saugfallen bei *Doralis fabae* (Scop.) und bei Psylliden, in einem Fall und insbesondere in früheren Versuchen (vgl. Moericke 1955 a) auch bei *Myzus persicae* (Sulz.); dagegen waren im Bestand die Fänge in den Gelbschalen bei diesen Arten viel geringer als in Saugfallen. Dies war bei den anderen Arten durchweg der Fall, bei den nicht auf Farben reagierenden Arten naturgemäß in extremer Weise.

Der Vergleich des Flugs über Kartoffel- und Rübenbestand (Tabelle 2) zeigt, daß die Pflanzenart keinen wesentlichen Einfluß auf die Flugdichte zu haben braucht, auch nicht für Arten, für die nur eine der beiden Pflanzen eine Wirtspflanze darstellt, wie Zuckerrübe für *Doralis fabae* (Scop.).

Besprechung der Ergebnisse

Nach dem Verhalten gegenüber Farben und nach dem Verhältnis der Flugdichte über Brache und Pflanzenbestand kann man die untersuchten Arten oder Gruppen 4 Typen zuordnen:

1. Auf Gelb-Grün reagierend, über dem Pflanzenbestand schwächer als über Brache fliegend: *Myzus persicae* (Sulz.), *Doralis fabae* (Scop.), *Pemphigus* spec., *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) (reagiert nicht auf reines Gelb, sondern auf Gelb mit UV), Psylliden;
2. auf Gelb-Grün nicht reagierend, über grünem Pflanzenbestand ebenso stark oder stärker als über Brache fliegend: *Sitobium avenae* (F.), die meisten Dipteren, Hymenopteren und Thysanopteren;
3. auf Gelb reagierend, über Pflanzenbestand ebenso häufig oder häufiger als über Brache fliegend: einige Dipteren und Hymenopteren;
4. nicht auf Gelb-Grün reagierend, über Pflanzenbestand weniger häufig fliegend als über Brache: Staphyliniden.

Von besonderem Interesse ist der Typ 1, auf Farben reagierende Arten, die über dem Bestand weniger häufig fliegen als über Brache. Von diesen Arten ist bisher bekannt, daß sie das Randphänomen, den verstärkten Randbefall, zeigen, und daß sie einzeln stehende, von brachem Boden umgebene Pflanzen besonders stark besiedeln (Steudel und Heiling 1954). Beides hängt zweifellos mindestens zum Teil mit der Farbreaktion zusammen: die Tiere landen, wenn sie von brachem Boden in den Reizbereich einer grünen Pflanze kommen, auf den Farbreiz hin. Dies ließ sich im Modellversuch zeigen: auf einem großen gelben Tuch zeigte sich an guten Flugtagen bald ein ausgeprägter Randbefall. Es war nun die Frage, wie verhalten sich solche farb-tüchtigen Tiere, wenn sie sich dauernd im Bereich eines Farbreizes befinden, d. h. wenn sie über einem grünen Bestand fliegen: es handelt sich dabei um Tiere, die entweder nach einem Flug in die Höhe sich über einem Bestand herabgelassen haben, mithin also mehr oder minder von oben kommen, oder um Tiere, die, von seitwärts kommend, den Bestandsrand — unter Umständen nach einer Landung — überflogen haben. Die Versuche zeigen zunächst, daß die Flugdichte, gemessen an Saugfallenfängen, über dem Bestand geringer ist als über benachbarter Brache. Ich möchte dies folgendermaßen deuten: die über dem Bestand fliegenden Tiere, die dauernd unter dem Einfluß des grünen Farblandereizes stehen, werden durch diesen Reiz zum Landen veranlaßt. Sie verbringen einige Zeit auf der Pflanze, fliegen dann aber sowohl von der Nicht-Wirtspflanze als auch — wie Müller (1953 b) ja in so eindrucksvoller Weise zeigte — vielfach von der Wirtspflanze wieder auf. Solche abgeflogenen Tiere befinden sich vielfach nicht mehr in der bestandsnahen Luftschicht und werden von der Saugfalle deshalb nicht erfaßt. Die geringere Flugdichte über dem Bestand ist demnach, gemäß dieser Hypothese, dadurch verursacht, daß 1. ein Teil der Tiere sich auf der Pflanze aufhält, und daß 2. ein Teil der Tiere nicht in der bestandsnahen Luftschicht, sondern — nach dem Abflug — mehr in der Höhe verteilt fliegt. Die Gesamtzahl der Tiere in der Luftsäule pro Flächeneinheit könnte durchaus über Brache und Bestand die gleiche sein, nur die Verteilung ist verschieden. Das zweite Ergebnis der Versuche, die auffallend geringen Gelbschalenfänge im Bestand, läßt sich ebenfalls durch das Landen von Tieren auf Pflanzen erklären: die über Brache fliegenden Tiere sind zum größten Teil landegestimmt, sie warten gewissermaßen auf den Farblandereiz, die über dem Bestand fliegenden dagegen sind zum Teil nach dem Abflug

von einer Pflanze nicht mehr landegestimmt und werden deshalb durch die Gelbschale nicht zum Landen veranlaßt; außerdem fliegen sie vielfach so hoch, daß sie aus dem Reizbereich des Grüns bzw. des Gelbs einer Gelbschale heraustragen. Die geringen Fänge in den Gelbschalen im Bestand sind mithin nicht durch den fehlenden Kontrast zwischen Bestandsgrün und Gelb im Gegensatz zu Brache und Gelb verursacht. Eine Kontrastwirkung mag zwar für das häufige Landen in Gelb auf Brache vorhanden sein, mit den geringen Fangzahlen in Gelbschalen im Bestand stehen sie aber nicht im Zusammenhang; dies zeigt der Versuch mit dem grünen Rahmen, bei dem die Gelbschalen, obwohl sie unmittelbar von Brache umgeben waren, doch nur schwachen Einflug erhielten, weil eben ein Teil der Tiere nach dem Landen auf dem grünen Rahmen zwar dicht über die Gelbschale geflogen sein mag, aber nicht mehr in Landestimmung war.

Zusammenfassend kann man demnach annehmen, daß zwar nicht die Gesamtzahl, wohl aber die Verteilung und die Stimmung der Tiere über dem Bestand eine andere ist als über Brache. Dies dürfte nicht nur für die in den Versuchen verwendeten kleinen Parzellen, sondern auch für größere Felder, und zwar für Wirtspflanzen- und für Nicht-Wirtspflanzenbestände gelten, solange keine autochthone Besiedlung die Verhältnisse verschiebt. Den erhöhten Randbefall könnte man in diesem Sinne als die Folge der Farbreizlandung und der mit dem Wiederaufflug verbundenen Stimmungs- und Flughöhenänderung bezeichnen.

Von einigem Interesse dürfte der bei den Einzelergebnissen sich zeigende Wechsel im Verhältnis von Saugfallen- und Gelbschalenfängen auf Brache bei *Doralis fabae* (Scop.) und *Myzus persicae* (Sulz.) sein. Er deutet darauf hin, daß nicht immer der größte Teil der Tiere über Brache landegestimmt ist, vielmehr Schwankungen, vermutlich im Zusammenhang mit besonderen Außenbedingungen, vorkommen.

Zugunsten der angegebenen Deutung der verschiedenen Flugdichte beim ersten Typ spricht auch das Verhalten des zweiten Typs, der Arten, die nicht auf Farbreize hin landen und über dem Bestand ebenso häufig oder häufiger fliegen als über Brache (*Sitobium avenae* F., Dipteren, Hymenopteren und Thysanopteren). Beides wird miteinander im Zusammenhang stehen: die Tiere fliegen über dem Bestand nicht weniger häufig als über Brache, weil sie nicht durch die grüne Farbe des Bestandes zum Landen veranlaßt werden. Sie landen weder dann, wenn sie seitlich an den Bestand herankommen, noch wenn sie von oben über dem Bestand niedergehen. Vielmehr werden sie durch den Bestand nicht beeinflußt und fliegen niedrig über ihn in Befallsstimmung in gleicher Weise wie über Brache. Ja, man ist versucht, ein gegenteiliges Verhalten dieser Tiere, eine erhöhte Flugdichte über dem Bestand (*Sitobium avenae* F.), nach dem gleichen Prinzip zu erklären wie beim Typ 1: *Sit. avenae* (F.) landet, wie unmittelbare Beobachtungen zeigten, verhältnismäßig oft auf Brache. Möglicherweise treten also die Effekte, die bei den anderen Arten im Zusammenhang mit dem Landen auf grünem Bestand vorkommen, hier bei Brache auf.

Das Verhalten des Typ 2 gibt zugleich einen Hinweis zu der Frage, ob wirklich die Farbe eine wesentliche Ursache für das bevorzugte Landen der farbtüchtigen Arten am Bestandsrand darstellt. Der Bestandsrand unterscheidet sich ja nicht nur durch die grüne Farbe von der Brache; man könnte sich vorstellen, daß die anderen Wind- oder Feuchtigkeitsverhältnisse oder das Licht-Schattenspiel zum bevorzugten Landen am Rand führen oder

schließlich die Pflanzen gewissermaßen wie ein Kamm mechanisch die vom Wind hergetriebenen Geflügelten auffangen (Johnson 1950, Taylor and Johnson 1954). Das braucht nun offensichtlich nicht der Fall zu sein, zum mindesten haben diese Faktoren unter den Versuchsbedingungen für *Sitobium avenae* F. wenn überhaupt, dann nur eine untergeordnete Bedeutung gehabt; denn diese Art überflog ja trotz dieser Faktoren den Bestandsrand. Der Unterschied in der Auffassung über die Bedeutung von Wind und Farbe dürfte damit zusammenhängen, daß Johnsons Beobachtungen sich auf windige Tage beziehen, in denen der Befall der Pflanzen mehr passiv erfolgt, während hier nur in ruhigen Stunden gefangen wurde, wenn die Tiere Flug und Landung aktiv bestimmen. Es dürfte eine wichtige, aber schwierig zu lösende Frage sein, ob der Befall im Freiland mehr auf diese oder mehr auf jene Weise zustandekommt.

Nach den Fangergebnissen werden die Dipteren größtenteils zum Typ 2 gehören. Ein Teil von ihnen reagiert aber auf Gelb, ohne jedoch vom grünen Bestand abgehalten zu werden (Typ 3). Man kann vermuten, daß es sich hier um blütenbesuchende Arten handelt, die nicht auf Grün, wohl aber auf Gelb reagieren. (Vermutlich gibt es den Typ 3 auch bei Hymenopteren.) Wie sich Dipteren, deren Larven phytophag leben, in Eiablagestimmung verhalten, läßt sich aus den Fängen ohne Artanalyse nicht feststellen.

Über die Ursache des Verhaltens von Typ 4 (Staphyliniden) läßt sich nichts sichers aussagen; vermutlich werden diese von sich zersetzenden Stoffen lebenden Tiere vom Erdboden — vielleicht durch den Mangel an Ultraviolett — besonders angezogen.

Zusammenfassung

Es wurde die Flugdichte verschiedener Insektenarten dicht über nacktem Erdboden ("Brache") und kleinen Pflanzenbeständen (Roggen, Kartoffeln, Zuckerrüben) mittels Saugfallen und Gelbschalen gemessen. Es ergaben sich 4 Typen: 1. auf Gelb-Grün reagierende Arten (*Myzus persicae* Sulz., *Doralis fabae* Scop. und andere Aphiden, Psylliden) flogen über Brache in größerer Dichte als über Pflanzenbestand, und zwar unabhängig davon, ob es sich um eine Wirtspflanzenart handelte oder nicht. Gelbschalen im Bestand fingen besonders wenig. Die geringere Flugdichte über dem Bestand ist vermutlich eine Folge der mit dem Landen auf grünen Pflanzen und dem Wiederauffliegen verbundenen anderen Verteilung der Tiere (manche Tiere befinden sich auf der Pflanze, manche höher in der Luft, außerhalb des Fangbereichs) und der anderen Stimmung (nach Abflug sind sie nicht landegestimmt). 2. nicht auf Farbreize hin landende Arten (*Sitobium avenae* F., viele Dipteren, Hymenopteren und Thysanopteren) flogen über dem Bestand ebenso häufig oder häufiger als über Brache. Sie werden demnach weder durch die grüne Farbe noch durch irgendwelche anderen Besonderheiten des Pflanzenbestandes (Windverhältnisse, Licht-Schattenspiel, „Auskämmen“) davon abgehalten, über den Bestandsrand hinweg und dicht über dem Bestand zu fliegen. 3. auf Farben reagierende Arten, die über dem Bestand ebenso häufig oder häufiger als über Brache fliegen: vermutlich blütenbesuchende, nicht auf Grün reagierende Dipteren und Hymenopteren, 4. nicht auf Farben reagierende, über dem Bestand seltener als über Brache fliegende Arten (Staphyliniden).

Summary

The density of a various insects flying over bare soil and small plots of rye, potatoes and sugar-beets was compared by means of Johnson suction traps and yellow water traps. There were 4 types of insects.

1. Species attracted by green and yellow (*Myzus persicae* Sulz., *Aphis fabae* Scop., other aphids and Psyllids) which were more numerous over bare soil than over plots whether consisting of host plants or not. The lower density of these insects over crops is probably due to a different distribution caused by alighting and taking off and a different mood.

2. Species not attracted by colour (*Sitobium avenae* F., many *Diptera*, *Hymenoptera* and *Thysanoptera*) which were equally or even more numerous over plots than over bare soil.
3. Species attracted by colour (flower-visiting *Diptera* and *Hymenoptera*) which were equally or even more numerous over plots than over bare soil.
4. Species not attracted by colour (Staphylinids) which were more numerous over bare soil than over plots.

Literatur

- Eastop, V. F.: Selection of aphid species by different kinds of insect traps. — *Nature* **176**, 936, 1955.
- Johnson, C. G.: Infestation of a bean field by *Aphis fabae* Scop. in relation to wind direction. — *Ann. appl. Biol.* **37**, 441–450, 1950.
- Heathcote, G. D.: The comparison of yellow cylindrical, flat and water traps, and of Johnson suction traps, for sampling aphids. — *Ann. appl. Biol.* **45**, 133–139, 1957.
- Moericke, V.: Neue Untersuchungen über das Farbsehen der Homopteren. — *Proc. Sec. Conf. Potato Virus Diseases*, Lisse-Wageningen 1954, 55–69, 1955a.
- — Über das Verhalten phytophager Insekten während des Befallsflugs unter dem Einfluß von weißen Flächen. — *Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz* **62**, 588–593, 1955b.
- — Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (*Aphidina*) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. — *Z. ang. Entom.* **37**, 29–91, 1955c.
- Müller, H. J.: Der Blattlaus-Befallsflug im Bereich eines Ackerbohnen- und eines Kartoffelbestandes. — *Beitr. z. Entom.* **3**, 229–258, 1953a.
- — Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. IV. Das Zustandekommen des unterschiedlichen Initialbefalls. — *Züchter* **23**, 176–189, 1953b.
- Steudel, W. und Heiling, A.: Die Vergilbungskrankheit der Rübe. — *Mitt. Biol. Zentralanstalt Berlin-Dahlem* H. 79, 132 pp., 1954.
- Taylor, C. E. und Johnson, C. G.: Wind direction and the infestation of bean fields by *Aphis fabae* Scop. — *Ann. appl. Biol.* **41**, 107–116, 1954.

Beobachtungen über schädliche Rhynchoten und Acariden an Moorbeetpflanzen im nordwestdeutschen Küstengebiet

Von Eckart Meyer und Rolf Hellerich

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der Technischen Hochschule Hannover)

Durch Klima und Boden begünstigt, hat sich in den küstennahen Gebieten Niedersachsens, hauptsächlich im Landkreis Ammerland, ein Zentrum für die Anzucht von immergrünen Gehölzen und Moorbeetpflanzen entwickelt, dessen Bedeutung insbesondere durch den hohen Exportanteil der Produktion in ständiger Zunahme begriffen ist. Durch den intensiven Anbau von Rhododendron-Arten und Nadelgehölzen, wird in diesem Gebiet das Auftreten von sonst wenig bedeutsamen Krankheiten und Schädlingen gefördert. Da es noch an einer zufriedenstellenden Kenntnis der in Frage kommenden Schaderreger mangelte, stellten sich die Verfasser in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzamt Oldenburg die Aufgabe, zunächst eine Übersicht über die in den Baumschulkulturen vorkommenden tierischen Schädlinge und ihre Biologie zu gewinnen, um die pflanzenschutzliche Betreuung auf eine sichere Basis zu stellen. Die Arbeiten wurden von dem Herrn Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unterstützt, dem auch an dieser Stelle für seine großzügige Hilfe gedankt werden soll¹⁾.

¹⁾ Zur Durchführung der Beobachtungen war der zuletzt genannte Verfasser während der Vegetationsperioden 1956 und 1957 im Landkreis Ammerland stationiert und fand dort in der Vermehrungsanlage der Baumschule Bruns, Bad Zwi-

Während der bisher eineinhalbjährigen Beobachtungsdauer stellte sich heraus, daß die Rhynchoten sowohl nach der Arten- als auch der Individuenzahl den Hauptanteil der Schädlinge stellen. Eine erhebliche Bedeutung besitzen ferner einige Acaridenarten. Über diese beiden Gruppen soll daher im folgenden zunächst berichtet werden.

Einschränkend ist über die Zielsetzung der Arbeiten zu bemerken, daß grundsätzlich nur die Schädlinge innerhalb der Baumschulen bzw. in Parkanlagen — nicht aber forstliche Schädlinge — untersucht wurden. Schadauftreten der besprochenen Arten im Forst sind nur insoweit berücksichtigt, als sie in Beziehung zu gleichzeitigen Schadauftreten in den Baumschulen stehen.

Übersicht über die beobachteten Schädlinge

I. Rhynchoten

- a) Heteroptera
 - Rhododendron-Wanze *Stephanitis oberti* Kol.
 - Rhododendron-Wanze *Stephanitis rhododendri* Horv.
- b) Homoptera
 - 1. Aleyrodina
 - Rhododendron-Mottenlaus *Dialeurodes chittendeni* Laing.
 - 2. Aphidina
 - Thuja-Rindenlaus *Cupressobium juniperinum* Mordv.
 - Sitka-Laus *Liosomaphis abietinum* Walk.
 - Douglasien-Wollaus *Gilletella coolei* Gill.
 - 3. Coccoidea
 - Taxus-Napfschildlaus *Eulecanium crudum* Green.
 - Thuja-Napfschildlaus *Eulecanium fletscheri* Ckll.

II. Acarina

- a) Tetranychidae
 - Fichtenspinnmilbe *Paratetranychus (Oligonychus) ununguis* Jac.
 - Rhododendron-Spinnmilbe *Metatetranychus* spec.

Biologische Beobachtungen

Zu Ia.

Von den beiden Wanzenarten war in beiden Jahren *Stephanitis oberti* Kol. die bei weitem häufigere. Sie trat im Ammerland in nahezu allen Anpflanzungen immergrüner Rhododendronarten sowohl in Baumschulen als auch in Parks und Privatgärten auf. Außerhalb des eigentlichen Baumschulgebietes waren Einzelpflanzen und kleinere Bestände in der Regel befallfrei. In größeren Anpflanzungen, in Parks u. dgl. scheint *St. oberti* aber zum mindesten in Nordwestdeutschland allgemein verbreitet zu sein. Im Raume Hamburg wurde sogar mehrfach äußerst schwerer Befall in Privatgärten festgestellt. Als weitere bevorzugte Wirtspflanze muß *Andromeda* (Pieris) *japonica* Thunb. erwähnt werden, die in Baumschulen zum Teil sehr schwer beschädigt wurde.

Im Laboratorium konnte *St. oberti* auch an *Vaccinium vitis idaea* L. und *V. myrtillus* L. gehalten werden. Die Entwicklung wurde auf beiden Pflanzen normal durchlaufen. Es wurden auch Eiablagen erzielt, doch gingen auf der zuletzt genannten Art die Eier nach kurzer Zeit zugrunde, da sie in der dünnhäutigen Blattfläche keinen Platz fanden und infolgedessen vertrockneten. Im Freiland wurde nur einmal, in der Nähe einer Rhododendron-Baumschule Befall und Eiablage an *V. vitis idaea* gefunden.

schenahn, einen ständigen Arbeitsplatz, von dem aus die Mehrzahl der einschlägigen Betriebe ohne Schwierigkeiten erreicht werden konnte. Auch den Inhabern der Firma, den Herren Erich und Willi Bruns, wird für die Unterstützung der Arbeit gedankt.

Die nach Fox-Wilson (1) aus USA nach Europa gelangte *St. rhododendri* Horv. war sowohl innerhalb wie auch außerhalb des Baumschulgebietes weniger verbreitet als die vorgenannte Art. Auch sie verursachte aber stellenweise sehr schweren Schaden. Sie wurde auf Rhododendronarten, nicht aber auf *A. japonica* gefunden.

In ihrer Lebensweise entsprechen sich die beiden Wanzenarten weitgehend. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich demzufolge — soweit nicht ausdrücklich anderes vermerkt ist — sowohl auf *St. oberti* als auch auf *St. rhododendri*.

In Übereinstimmung mit Literaturangaben (4, S. 74–75) wurde für beide Rhododendron-Wanzen das Vorkommen nur einer Generation im Jahr beobachtet. Die Überwinterung erfolgte ausnahmslos im Eistadium. Aus den länglich-nierenförmigen, glasklaren, in das Gewebe der Blattunterseite eingesenkten Eiern schlüpften die zunächst weißlichen, später dunkelbraun gefleckten, bedornten Larven überwiegend in den Abendstunden. 1956 wurden Junglarven und frischgehäutete Zweitlarven im Freiland erstmalig am 7. Juni beobachtet. Das Schlüpfen dürfte demnach um den Monatsanfang begonnen haben. An schattigen Standorten wurden die Eier aber viel später, zum Teil erst Mitte Juli verlassen. 1957 hat dagegen das Schlüpfen bereits zwischen dem 20. und 25. Mai begonnen. Die Hauptmenge der Eier ist dann an den sehr warmen letzten Maitagen fast schlagartig geräumt worden.

Larven und Vollkerfe beider Arten hielten sich praktisch ausschließlich auf der Blattunterseite auf. Die ersten Larvenstadien saßen durchweg gesellig an dem Blatt, an dem sie geschlüpft waren. Erst nach der zweiten Häutung begannen sie nach und nach sich zu verteilen und dann auch auf andere Blätter abzuwandern. Sie blieben aber immer auf den zweijährigen Blättern. Das gleiche galt zunächst auch noch für die gut flugfähigen Imagines. Sie wurden erst im Spätsommer und Herbst auf den inzwischen erhärteten Blättern des Frühjahrstriebes angetroffen.

Im Laboratorium betrug die Dauer der einzelnen Larvenstadien bei Zimmertemperatur (18–23°C) durchschnittlich 5–7 Tage. Die ersten Imagines wurden 1956 am 25. Juni, die erste Kopulation am 17. Juli festgestellt. Im Freiland wurden Vollkerfe erstmalig am 10. Juli beobachtet. Die Dauer der einzelnen Larvenstadien dürfte demnach etwas über den für Laboratoriumsbedingungen angegebenen Werten gelegen haben.

Eier wurden im Laboratorium ab 25. Juli, im Freiland ab 7. August gefunden. Zu dieser Zeit saßen die Vollkerfe noch durchweg auf dem zweijährigen Laub. Die Eiablage erfolgte dadurch zum Teil an Blättern, die schon im Vorjahr belegt waren, so daß leere Eihüllen und frische Gelege unmittelbar nebeneinander gefunden wurden. Die Hauptmenge der Eier dürfte im August abgesetzt worden sein (maximale Eizahl auf einem Blatt 123). Es wurde aber noch am 15. Oktober ein Weibchen bei der Eiablage beobachtet. Die Zahl der Imagines hatte zu dieser Zeit schon erheblich abgenommen. Einzelne lebende Tiere wurden aber noch Ende November nach einer mehrtägigen Frostperiode festgestellt.

Durch Eiablage und Überwinterung sind die Rhododendronwanzen auf immergrüne Wirtspflanzen mit derben, mehr oder weniger dickfleischigen Blättern angewiesen. Unter den Rhododendronarten wurden großblättrige Formen mit unbehaarter Blattunterseite bevorzugt (unter anderem starker Befall auf Hybriden von *Rh. catawbiense* Mehx und *Rh. williamsianum* Rehd und Wils sowie insbesondere auf *Rh. wardii* W.W.Sm.). Die Eiablage erfolgte hier

durchweg entlang der Blattmittelrippe, seltener auch entlang der Seitenadern. Nur vereinzelt wurden auch Sorten (Le Progress und Mrs. Gill) mit behaarter Blattunterseite befallen. Die Eier lagen in diesen Fällen nicht entlang der Mittelrippe, sondern verstreut auf der Blattfläche. Interessanterweise wurde auch das gesellige Beisammensitzen der Junglarven auf behaarten Blättern nicht beobachtet.

Durch die Saugtätigkeit der älteren Larven und Imagines entstehen auf der Blattoberseite unregelmäßige, weißlich-grüne Flecken von 2–3 mm Durchmesser, die mehr oder weniger gleichmäßig über die ganze Blattfläche verteilt sind. Im Gegensatz dazu werden durch die gesellig lebenden Junglarven etwa pfenniggroße Aufhellungen der Blattfläche verursacht, die sich später bräunen. In beiden Fällen fehlen sichtbare Beschädigungen der Blattunterseite, an der die saugenden Tiere sitzen.

Durch die beschriebenen Flecken tritt eine erhebliche Verunstaltung der Pflanzen ein. Bei schwerem Befall konnte auch vorzeitiges Abwerfen der älteren Blätter festgestellt werden. Die Eiablagen an der Blattmittelrippe führten im Frühjahr 1956, nicht aber 1957, zu Nekrosen der unmittelbar angrenzenden Blattpartien. Es ist anzunehmen, daß die Ursache dieses unterschiedlichen Verhaltens in der Witterung zu suchen ist. Der sehr strenge Winter 1956 führte bei Rhododendron allgemein zu einem Absterben aller irgendwie beschädigten Blatteile, während nach dem milden Winter 1957 keine entsprechenden Erscheinungen beobachtet wurden. Durch den in großen Mengen produzierten, zähflüssigen, später zu einer dunkelbraunen, lackartigen Kruste austrocknenden Kot tritt ferner eine starke Verschmutzung der Pflanzen ein, die sich — ebenso wie die beschriebenen Beschädigungen — in einer Minderung des Verkaufswertes auswirkt. Darüber hinaus wird bei starkem Befall auch die Wüchsigkeit der Pflanzen beeinträchtigt.

Zu I b 1

Dialeurodes chittendeni Laing. wurde fast ausschließlich in Baumschulen und größeren Rhododendron-Anpflanzungen innerhalb des Ammerländer-Baumschulgebietes beobachtet. Dort war sie allgemein verbreitet und erreichte vor allem in Beständen älterer Solitärpflanzen unter Kiefernschirm eine sehr erhebliche Populationsdichte. Larven und Vollkerfe befanden sich ausschließlich an der Blattunterseite nacktblättriger Rhododendronarten mit besonderer Bevorzugung großblättriger Formen (hauptsächlich Catawbiense-Hybriden, ferner *Rh. calophytum* Franch.). Die Mottenschildlaus bringt nach den bisherigen Beobachtungen im Ammerland nur eine jährliche Generation hervor und überwintert als halbwüchsige Larve. Das Schlüpfen der als „Weiße Fliege“ bekannten Vollkerfe erfolgte 1956 ab Mitte Juni, 1957 vereinzelt bereits in den letzten Maitagen. Sehr starke Eiablage wurde 1956 ab Ende Juli festgestellt. Eigenartigerweise blieb der Larvenbefall in einigen Anlagen weit hinter der nach der Eiablage zu erwartenden Stärke zurück und zwar auch an Stellen, an denen eine chemische Bekämpfung nicht stattgefunden hatte. Es wird vermutet, daß die ungünstige Sommerwitterung für diesen örtlichen Rückgang der Populationsdichte verantwortlich zu machen ist.

Durch die Saugtätigkeit der Imagines wurde an einzelnen Fällen eine starke Verkrümmung und zum Teil fleckige Verfärbung der noch nicht erhärteten jüngeren Blätter bewirkt. Dagegen wurde die Saugtätigkeit der Larven selbst bei schwerem Befall ohne deutliche Symptome vertragen. Eine offensichtliche Schädigung und insbesondere Minderung des Verkaufswertes wurde

dagegen durch die sehr starke Honigtaubildung und Begünstigung der Entwicklung von Rußtaupilzen verursacht.

Zu I b 2

Cupressobium juniperinum Mordv. (Syn. *Cinara cupressi* Buckt.)¹⁾ hat im Jahre 1953 (2) im Holsteinischen Baumschulgebiet an den dort als Windschutzpflanzung dienenden Hecken von *Thuja occidentalis* L. sehr schwere Schäden verursacht. Bei den engen Handelsbeziehungen dieses Gebietes zum Ammerland mußte mit dem Vorkommen des Schädlings auch dort gerechnet werden. Bei Stichproben im Herbst 1955 wurden auch mehrfach Wintereier der Laus im Ammerland gefunden. Im Sommer 1956 wurde sie verbreitet an *Thuja*-Beständen angetroffen. Sie erreichte aber nirgends eine wesentliche Bedeutung. Dagegen erwiesen sich Hecken und Baumschulbestände in Holstein auch 1956 wieder als schwer befallen, so daß zum Teil Absterben der Pflanzen eintrat. Im Jahre 1956 war die Sommerwitterung im Ammerland überwiegend kühl und feucht, in Holstein dagegen zeitweise recht trocken. Es ist zu befürchten, daß bei entsprechender Witterung die *Thuja*-Laus auch im Ammerland größere Bedeutung erlangt.

Erstmalig Ende März 1957 wurde an Windschutzanpflanzungen von Sitka-Fichten starker Blattlausbefall an der Unterseite der einjährigen Nadeln beobachtet. Die Bestimmung ergab, daß es sich um *Liosomaphis abietinum* Walk. handelte, eine Art, die in England und vor allem in USA als Schädling an *Picea sitchensis* Carr. und anderen Piceen sehr gefürchtet ist (3, S. 179). Bei dem außerordentlich trockenen, in der ersten Aprilhälfte auch überdurchschnittlich warmen Wetter, nahm die Befallsstärke rasch zu, so daß bereits Mitte April vielfach die ganzen Nadelunterseiten dicht mit den grünlich-grauen Läusen bedeckt waren und das gesamte ältere Nadelwerk zum Absterben gebracht wurde. Neben den Hecken, an denen der Befall zuerst bemerkt wurde, erwiesen sich nunehr auch kleinere Waldbestände von Sitka-Fichten als schwer befallen. Innerhalb der Baumschulen sowie in einzelnen Anpflanzungen in Gärten und Parks wurde jetzt auch starker Läusebesatz an *Picea pungens* Engelm. (*glauca*)²⁾ beobachtet. *Picea exelsa* Link. blieb in der Stammform und den meisten Spielarten annähernd befallfrei, doch wurde unter anderem die Varietät *nidiformis* sehr schwer geschädigt. Die in den Baumschulen in sehr großem Umfange angebaute *Picea omorika* Purkyne wurde gleichfalls nur mäßig befallen, doch waren in fast allen Beständen auch sehr schwer geschädigte Pflanzen anzutreffen.

Der Befall durch *Liosomaphis abietinum* wirkte sich zunächst in einer Vergilbung, später Bräunung der besogenen Nadelteile aus. Bald darauf wurden dann die ganzen Nadeln abgetötet und abgeworfen. Die jungen Maitriebe blieben dabei zunächst verschont, so daß immerhin keine völlige Entnadelung eintrat.

Das Massenvermehrungsgebiet der Sitka-Laus erstreckte sich im wesentlichen auf das im Frühjahr 1957 ungewöhnlich niederschlagsarme Gebiet westlich von Oldenburg. Besonders schwere Schäden an Sitka-Fichten wurden in Wiesmoor beobachtet. Da dort durch Nachtfröste im ersten Maidrittel der junge Austrieb fast restlos vernichtet wurde, waren manche Bestände bis Ende

¹⁾ Herrn Dr. Heinze, Berlin-Dahlem wird für seine Hilfe bei der Bestimmung von Aphiden bestens gedankt.

²⁾ Namen von Varietäten bzw. Sorten sind im folgenden Text in Klammern beigelegt.

Mai fast restlos entnadelte. Bei der großen Bedeutung, die der Sitka-Fichte in diesem Gebiet als Windschutz zukommt, ist gerade hier mit Schäden zu rechnen, die weit über den Wert der befallenen Bäume hinausgehen. Außerhalb des obengenannten Gebietes wurden stellenweise, so unter anderem im Stadtgebiet von Hannover, ferner in Nienburg und Syke einzeln stehende *Picea pungens* Engelm. (*glauca*) durch den Befall der Sitka-Laus betroffen.

Gilletteella coolei Gill. wurde in beiden Beobachtungsjahren sowohl in Form der Exsultantes auf Douglasien als auch als gallenbildende Form an der Sitka-Fichte angetroffen. Der Befall war ziemlich allgemein verbreitet, erreichte aber nur im Frühjahr 1957 an einzelnen, kleineren Douglasien-Anpflanzungen eine größere Stärke.

Zu I b3

In den relativ seltenen, kleineren Anpflanzungen von *Taxus baccata* L. war *Eulecanium crudum* Green. ziemlich allgemein verbreitet. Außer an den herangewachsenen Pflanzen trat sie an Stecklingen im Vermehrungsbeet erheblich schädigend in Erscheinung. Im Gegensatz dazu wurde ein sichtbarer Schaden durch die an Thuja gleichfalls weit verbreitete *Eulecanium fletcheri* Ckll. nicht angetroffen.

Außer den vorstehend besprochenen Formen wurden eine Anzahl weiterer Aphidinenarten an Coniferen beobachtet, deren Bestimmung aber noch nicht abgeschlossen ist. Hervorzuheben ist unter anderem eine starke Blattlausschädigung von *Cedrus atlantica* Manetti Jungpflanzen im Herbst 1955, die aber erst nach Ende der Vegetationsperiode an Hand der aufgefundenen Wintereier diagnostiziert wurde.

Zu IIa

Die in der Tabelle an erster Stelle aufgeführte *Paratetranychus ununguis* Jac.¹⁾ trat im Sommer 1956 in nahezu allen Baumschulen, darüber hinaus aber auch in Parks und Privatgärten in zum Teil erheblicher Befallstärke auf. Als wichtigste Wirtspflanzen wurden *Picea glauca* Voss. (*conica*), *Picea sitchensis* Carr., *Juniperus sabina* L. (*mas*, *femina*, *tamariscifolia*) festgestellt. Seltener trat auch Befall an *Picea pungens* Engelm. (*glauca*), *Juniperus chinensis* L. (*pfitzeriana japonica*, *japonica aurea*), *Chamaecyparis obtusa* Endl. (*nana gracilis*) und *Ch. lawsoniana* Parl. (*ellwoodii*) ein.

Durch die Saugtätigkeit der Milben entstehen an den Nadeln kleine punktförmige Aufhellungen, die bei stärkerem Befall zusammenfließen und zu einer Verbräunung, später sogar zum Absterben derselben führen können.

Die nur etwa 0,5 mm großen Milben wurden erstmalig Anfang Juli 1956 an *Picea glauca* Voss (*conica*) beobachtet, die bereits deutliche Schäden aufwiesen. Zu dieser Zeit wurden nebeneinander alle Jugendstadien, Imagines beider Geschlechter und Sommereier der Milben angetroffen.

Die Populationsdichte nahm auf allen obengenannten Wirtspflanzen bis in den August hinein zu. Dabei waren ständig alle Stadien nebeneinander vorhanden. Wintereier wurden erstmalig am 10. September festgestellt. Ihre Zahl nahm anschließend rasch zu. Die letzten Imagines wurden am 28. November angetroffen. Eine Überwinterung in diesem Stadium scheint selbst unter den ungewöhnlich günstigen Bedingungen des Winters 1956/57 nicht eingetreten zu sein.

An markierten Pflanzen wurden die ersten aus den Wintereiern geschlüpften Larven in der zweiten April-Hälfte 1957 gefunden. Die jährliche Generationszahl der Fichten-Spinnmilbe konnte bisher nicht ermittelt werden. Angesichts der sehr kurzen Entwicklungsdauer (im Laboratorium bei Zimmertemperatur 20 Tage von der Eiablage bis zur Imago) ist mit Sicherheit mit mehreren Generationen zu rechnen.

Die von uns als Rhododendron-Spinnmilbe bezeichnete *Metatetranychus*-Art, deren genaue Bestimmung noch aussteht, wurde erstmalig am 7. Juni 1956 an *Rhododendron russatum* Balf. f. et Forrest gefunden. Zu dieser Zeit waren ausschließlich Imagines und Sommereier vorhanden. Auch diese Art, die in der Folge auf verschiedenen kleinblättrigen, immergrünen Rhododendronarten (unter anderem *Rh. hirsutum* L., *Rh. ferrugineum* L., *Rh. wilsoni* hort., *Rh. praecox* Carr.,

¹⁾ Für seine Mitwirkung bei der Bestimmung von Tetranychiden wird Herrn Prof. Dosse, Hohenheim, bestens gedankt.

Rh. tapetiforme Balf. f. et Ward, *Rh. taliense* Franch.) festgestellt wurde, bringt im Laufe des Jahres mehrere Generationen hervor. Sie überwintert gleichfalls durch Wintereier, die 1956 ab Anfang September (erste Beobachtung 3. 9.) abgelegt wurden. Der Befall durch Spinnmilben an Rhododendron hielt sich im Sommer 1956 im allgemeinen in tragbaren Grenzen. Schwere Schädigung, die allerdings in einem Falle bis zu partiellem Absterben der befallenen Pflanzen führte, wurde nur bei *Rh. russatum* beobachtet.

Summary

This is a review of Arthropod Pests (*Rhynchota*, *Tetranychidae*) on Rhododendron and Conifers in tree nurseries in the Kreis Ammerland, Oldenburg, Lower Saxonia.

A heavy outbreak of the Spruce Aphid (*Liosomaphis abietinum*) is recorded.

Literatur

1. Fox-Wilson, G.: Insect Pests of the Genus Rhododendron. — Verh. VII. Intern. Entom. Kongr., Berlin, 1938, 2296–2323.
2. Hahmann, K.: Starke Läuse Schäden an Thuja. — Gesunde Pflanzen 5, 1953, 272–273.
3. Börner, C., Heinze, K., Kloft, W., Lüdicke, M., und Schmutterer, H.: Homoptera II, in Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5, 6. Aufl., 4. Lieferg.
4. Otten, E.: Heteroptera, in Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5, 6. Aufl., 3. Lieferg.

Diprion pini L. als Schädling der Kiefernbestände in den Niederlanden

Von A. D. Voûte und J. Luitjes

(Aus dem Institut für angewandt-biologische Freilanduntersuchungen in Arnheim)

Die Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) gehört in den Niederlanden zu den schlimmsten Feinden der Kiefern. Wie auch in anderen Ländern beobachtet wurde (Thalenhorst, Nef), werden vor allem Bestände auf schlechteren Böden befallen. Zuweilen ist aber auch an besseren Wäldern Kahlfraß beobachtet worden. Wurden früher die Kulturen nur ab und zu ernsthaft befallen, hat sich dies in den letzten Jahrzehnten geändert. So sind die Afterraupen seit 1928 als Großschädlinge in den Jahren 1929/30 (de Fluiter), 1938, 1939, 1943, 1950/51 aufgetreten und in geringerer Masse auch 1947.

Bei den verschiedenen Gradationen waren auffallende Unterschiede zu beobachten. Nach Fransen und nach Besemer wurden 1938–1940 speziell diejenigen Bestände bedroht, die in der Umgebung der Sanddünen mit Anflugkiefern lagen. Die *Diprion*-Population vermehrte sich massiert in diesen Anflugkiefern, und von hier aus zogen die Wespen dann in die Wälder der Umgebung. In den meisten kahlgefressenen Kulturen trat die Kalamität daher nicht autochthon auf. Die dichte Population konnte sich dort nur kurze Zeit erhalten: schon im nächsten Jahre waren die Raupen wieder fast verschwunden. Besemer meint, die starke Vermehrung in den Anflugkiefern sei möglich geworden durch die dortige Seltenheit von Mäusen und Ameisen. Diese Praedatoren waren in der Tat in den Wäldern für das baldige Wiederverschwinden der Blattwespen verantwortlich. Bei den Anflugkiefern erlosch

die Kalamität dagegen erst nach Massenvermehrung des Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Kraus.

Nach Voûte verlief die Gradation 1943 genau in der Weise, wie es von Besemer beschrieben wurde. Auch damals war das Anflugkiefergebiet der Herd, von wo die Blattwespen sich über die umliegenden Bestände verbreiteten. In einigen Wäldern war aber diesmal die Kalamität auch autochthon, so bei einigen Beständen in der Nord Veluwe und in Nord Brabant auf sehr armen Böden. In diesen Wäldern traten fast keine Mäuse und auch keine Ameisen auf, so daß die Beobachtungen nicht in Widerspruch mit denjenigen von Besemer stehen.

Im Jahre 1950 entwickelte sich wiederum eine Massenvermehrung. Die Entwicklung verlief aber ganz anders, nämlich so, wie es von Schwerdtfeger in seiner Kritik der Arbeit von Besemer beschrieben wurde. Diesmal wurden Wälder befallen, die nicht in der Umgebung von Anflugkiefergebieten lagen. Die Population hatte sich an Ort und Stelle, die Kalamität also autochthon entwickelt. Die Anflugkiefern wurden nur wenig befallen und auch das erst, als die Gradation in den Wäldern ihren Höhepunkt schon erreicht hatte. Das Erlöschen der Kalamität war dann auch nicht der Tätigkeit von Mäusen und Ameisen und vielfach auch nicht dem Auftreten von *Achrysocharella* zu danken, sondern einer Krankheit, die wie eine Virose aussah; die gestorbenen Raupen enthielten aber kein Virus (Elton).

Auffallend war der Kahlfraß eines Bestandes in der Umgebung von Ede. Im dort untersuchten Teil des Waldes wurden keine Kokons gefunden, aus welchen die Wespen geschlüpft waren, deren Abkömmlinge für den Kahlfraß hätten verantwortlich gemacht werden können. Das ursprüngliche Vermehrungsgebiet konnte nicht festgestellt werden.

Der Letztunterzeichnete beobachtete, daß während der Periode, in welcher die Afterraupen schädlich auftraten, auch die nicht befallenen Kiefern deutlich geringeren Zuwachs hatten als in anderen Jahren. Möglicherweise waren der geringe Zuwachs und das massierte Auftreten der Blattwespen beides von einem und demselben Faktor abhängig, z. B. vom Klima. Es ist aber auch möglich, daß das Auftreten der Blattwespen allein von dem Zustand des Baums bedingt war. Diese Auffassung stimmt mit der Beobachtung überein, daß in leicht befallenen Beständen eine geringe Zahl der Bäume fast kahlgefressen war, während andere Bäume nicht befallen wurden. Die Gelege waren daher nicht regelmäßig über die Bäume verteilt, sondern auf bestimmte Einzelbäume konzentriert.

In den Niederlanden wird *Diprion pini* mittels Insektiziden bekämpft. Vor 1940 wurden dabei meistens die von Fransen hergestellten Derris-Pyrethrum-Mischungen benutzt. Als kein Derris mehr greifbar war, hat Fransen auch Kalkstickstoff sehr erfolgreich angewandt. Seit dem Kriege wird nunmehr mit HCH-Präparaten gearbeitet, die vom Flugzeug aus vernebelt werden (Maan und Meyerinek).

Bis jetzt wurden die Afterraupen nur in denjenigen Beständen bekämpft, in welchen Kahlfraß erwartet wurde. Neue Beobachtungen haben aber gelehrt, daß es ökonomisch lohnt, die Insekten auch in Beständen zu bekämpfen, die nicht so stark befallen werden. Das setzt aber voraus, daß jeweilig eine genaue Prognose notwendig ist. Eine Methodik hierzu, welche in den Niederlanden nutzbar ist, wird jetzt ausgearbeitet.

Literatur

- Besemer, A. F. H.: Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion-pini*-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938–1941. — Meded. Comité ter bestudering en bestrijding van insectenplagen in bossen, No. 5, 1942.
- Elton, E. T. G., Blankwaardt, H. F. H., van Altena, A. C.: Plagen van *Diprion pini* L. in Nederland in 1950 en 1951. — Meded. Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, No. 19 1955.
- Fluiter, H. J. de: Bijdrage tot de kennis der biologie en epidemiologie van de gewone dennenbladwesp, *Pteronus (Lophyrus) pini* L. in Nederland. — Tijdschr. Plantenziekten **38** (7), 1932.
- Nef, L.: Etude quantitative d'une pullulation de *Diprion pini* L. en Campine limbourgeoise. — Agricultura, IV. 2e série, No. 4, 1956.
- Schwerdtfeger, F.: Die wichtigsten forstpathologischen Arbeiten der Jahre 1938 bis 1942. Kritische Übersicht. — Forstarchiv **19** (11/12), 1943.
- Thalenhorst, W.: Der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Diprion pini* L. und seine Ursachen. — Z. angew. Entom. **29**, (3), 1942.
- Voûte, A. D.: De huidige plaag van de dennenbladwesp (*Diprion pini* L.) in Nederland. — Nederlandsch Boschbouw Tijdschr. **17** (9), 1944.

Die Kutikelpermeabilität bodenbewohnender Tipuliden-Larven

Von M. S. Ghilarov und L. M. Semenova

(Aus dem Laboratorium für Bodenzoologie, A. N. Sewertzow
Institut für Morphologie der Tiere, Moskau)

Mit 4 Abbildungen

Beim Studium der Besonderheiten des Bodens als Lebensraum wurde festgestellt (Ghilarov 1944, 1948, 1949), daß das Leben im Boden in vielen Beziehungen dem im Wasser nahe ist, und daß die Bodenwirbellosen (die bodenbewohnenden Larven von *Holometabola* eingeschlossen) ihren physiologischen Eigenschaften nach den Wasserbewohnern ähnlich sind. Zwischen den bodenbewohnenden Insektenlarven und den offen oberirdisch lebenden Formen bestehen aber bedeutende Verschiedenheiten in Bezug auf die Eigenschaften ihres Integuments. Die Haut der überwiegenden Mehrzahl offenlebender Insekten¹⁾ ist praktisch für Wasser, Gase und Salze undurchdringlich, während die Haut der bodenbewohnenden Insektenlarven mehr oder weniger permeabel ist. Dabei ist die Permeabilität der Haut nicht nur von mechanischen Verletzungen der Epikutikel abhängig, wie Wigglesworth, 1945, meinte, sondern sie ist eine charakteristische Eigenschaft der Mehrzahl von bodenbewohnenden Insektenlarven sowie der Mehrzahl von Bodenwirbellosen im allgemeinen (Ghilarov, 1949).

Die Lösung des Problems der Hautpermeabilität der bodenbewohnenden Insektenlarven ist nicht nur von theoretischem, sondern auch von bedeutendem praktischem Interesse, da die genaue Feststellung der Hautpermeabilität bodenbewohnender Schadinsekten die Suche nach prinzipiell anderen als den oberirdisch lebenden Insekten gegenüber gebrauchbaren Bekämpfungsmaßnahmen ermöglicht.

Zwecks Lösung des Problems der Hautpermeabilität war es wichtig, ein entsprechendes Objekt zu finden, das unter Ausschließung des Verdauungs- und Tracheensystems auf dem lebenden Insekt das Studium der Integumentspermeabilität ermöglichte.

¹⁾ Blattläuse (s. Thorpe, 1928) sind in dieser Hinsicht eine leicht erklärbare Ausnahme (Ghilarov, 1947).

Die Wiesenschnakenlarven (*Tipula paludosa* Meig. und ähnliche Arten), die ein lederiges Integument besitzen, stellen solch ein passendes Objekt dar. Das Vorhandensein des einen Stigma-paares am kaudalen Körperende ermöglicht die Isolation des Tracheensystems mittels Ligaturanlegen um das Kaudalsegment; dabei ist es auch möglich, den After zu isolieren. In den Versuchen über die Hautatmung der *Tipula*-Larven wurden die Stigmata mit Kautschuk-Vaselin-Vakuumschmiere verklebt, nachher wurde auch eine Kautschuk-Kappe auf das letzte Segment aufgesetzt und dann eine Ligatur über die Kautschuk-Kappe angelegt²). Der Sauerstoffverbrauch derselben Larven vor der Stigmenisolation diente als Kontrolle. Es wurde festgestellt, daß die Atmungsintensität im Laufe einiger Stunden unverändert blieb. Die Atmungsintensität wurde nach dem O₂-Verbrauch bestimmt, da die CO₂-Ausscheidung auch bei anaerober Atmung stattfinden kann; außerdem, wie bekannt, diffundiert CO₂ durch Chitin schneller, als O₂. Zwecks Aufklärung des Sauerstoffverbrauchs durch die Stigmata wurden die Larven folgenderweise vor-

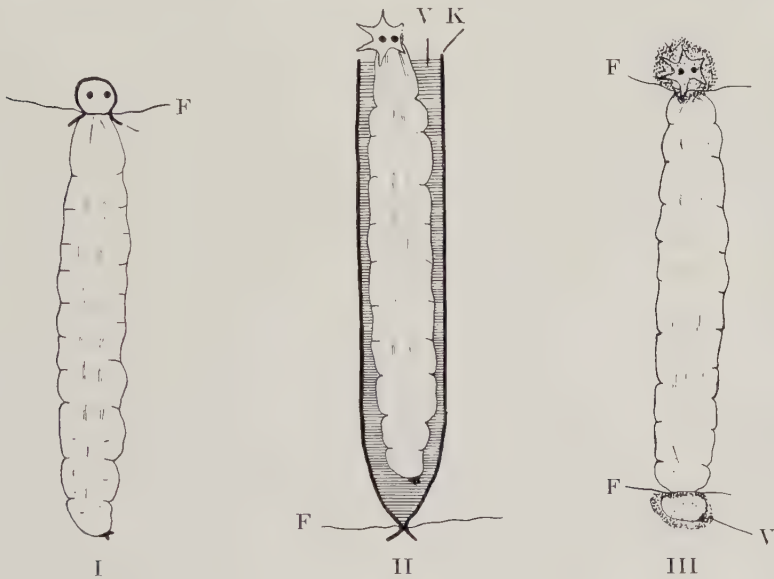


Abb. 1. Vorbereitung der *Tipula*-Larve zum Versuch. I. Ausschaltung der Tracheenatmung. II. Ausschaltung der Hautatmung. III. Isolation des Darmes und des Tracheensystems.

F = Ligaturfaden. V = Kautschuk-Vaselinschmiere. K = Kautschukröhrchen bzw. Kautschukkappe.

bereitet. Ein durchsichtiges Kautschuk-Röhrchen mit ein bißchen größerem innerem Durchmesser als der der Larve wurde mit Kautschukvaselinschmiere gefüllt. Dann wurde die Larve gezwungen ins Röhrchen einzukriechen. Nachdem sie ins Röhrchen bis auf das Stigmalfeld eingekrochen war, wurde das Röhrchen vor dem Kopfe der Larve mit einem Faden geschnürt und dann das übrige Röhrchen abgeschnitten (Abb. 1). Auf diese Weise wurde fast die ganze

²) Die allgemeine Leitung der vorliegenden Versuche, die Erarbeitung der Isolationsmethode und die Versuche mit der Atmung wurden von dem ersten Verfasser, die mit den Salzen und histologische Schnitte von dem zweiten durchgeführt.

Körperoberfläche der Larve durch die genannte Schmiere isoliert, so daß die Atmung nur durch die Stigmen erfolgte.

Die Larven in den Kontrollmessungen und in der Variante mit Stigmenisolation wurden zwecks Herabsetzung der Beweglichkeit in aus Gaze verfertigte Röhrchen gesetzt. Die Messungen wurden im Warburg-Apparat bei 25° durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Der Sauerstoffverbrauch von *Tipula*-Larven bei normaler Atmung, bei Hautatmung und bei ausschließlich stigmalen Atmung

Variante	O ₂ -Verbrauch (in Prozent zur Kontrolle)
Normale Atmung (Kontrolle)	100
Nur Hautatmung	34,8–105,9
Nur stigmale Atmung	21,6–55,1

Dieser Versuch beweist den O₂-Verbrauch durch das Integument. Seine Intensität übertrifft die des Eintritts durch die Stigmata!

Dieses Übertreffen in einigen Fällen der registrierten Größe der Hautatmungsintensität im Vergleich mit der normalen, die als Kontrolle diente, wird durch die unüberwindbare Steigerung des O₂-Verbrauchs bei der Steigerung der Bewegungsenergie der Larven mit fest geschnürten Stigmalsegmenten erklärt. Doch lebten solche Larven einige Wochen lang.

Also ist die Kutikula der *Tipula*-Larve für Gase, insbesondere für Sauerstoff, permeabel. Die Haut der Wiesenschnakenlarven ist auch für Wasser durchlässig. Das wurde indirekt doch überzeugend dadurch bewiesen, daß die lebendigen Larven mit ligaturierten Stigmalfeldern in der trocknen Luft bald eine schnelle Gewichtsabnahme zeigten (Ghilarov 1949). Außerdem wurde ein direktes Experiment durchgeführt, das die Wasserabgabe durch die Kutikula der *Tipula*-Larven bewies. In einem luftdicht geschlossenen, trockenen Gefäß wurde auf die Körperoberfläche der Larve mit isolierten Mund- und Afteröffnungen und Stigmalfeld ein dehydriertes hellblaues CoCl₂-Pulver oder Kolloidium-Schicht mit eingeschlossenem dehydriertem CoCl₂-Pulver angebracht. CoCl₂-Pulver färbt sich rosa in feuchter Luft. Schon nach 1–2 Minuten traten in der Schicht des Pulvers rosige Flecken hervor, die die Transpiration bewiesen. Dabei erschienen solche Flecken auf der Rücken- und Bauchfläche, wo das Integument dünner ist, schneller und intensiver als an den Körperseiten, wo die Haut dicker ist. (Die Kobalt-Methode ist von Kühnelt, 1939, vorgeschlagen). Die Kollodiumschicht mit CoCl₂ wurde nach etwa 100 Sekunden von der Larvenoberfläche abgenommen.

Die Frage über die Permeabilität der Haut der bodenbewohnenden Insektenlarven für Salzlösungen blieb bislang ungeklärt. Bei der Mehrzahl offen lebender terrestrischer Insekten ist die Kutikula fast impermeabel (Wigglesworth, 1931, 1945; Kühnelt, 1939; Beament, 1945), bei den Wasserinsektenlarven ist sie relativ permeabel (Alexandrov, 1934), doch ist dieses Problem in bezug auf Bodenlarven noch nicht völlig aufgeklärt. Die Arbeiten von Langenbuch, 1933; Subklew, 1934; Schaerffenberg, 1946, u. a., die die Möglichkeit der Aufnahme von Salzen durch das Integument bei verschiedenen Bodeninsekten gezeigt haben, waren in methodischer Hinsicht nicht einwand-

frei. Sogar in den ausführlichsten Versuchen von Subklew war die Möglichkeit der Diffusion durch Tracheen nicht ausgeschlossen.

In unserem Laboratorium haben wir zwecks Aufklärung der Frage über Integumentspermeabilität für Salze die Methode der radioaktiven Isotopen angewandt. Diese Methode ermöglichte nicht nur qualitative sondern auch quantitative Bestimmungen des Eindringens von Salzen durch die Kutikula bei den lebendigen Insekten. Es wurden die Lösungen von Na_2HP_4 und K_2HPO_4 in solchen Konzentrationen vorbereitet, die bei der Pflanzendüngung in Wasserkulturen üblich sind (0,005%, 0,025%, 0,05%, 0,1%). Zu solchen Lösungen wurden zwecks Markierung Na_2HPO_4 , markiert nach P^{32} , und entsprechend, K_2HPO_4 , markiert nach K^{42} , hinzugefügt, so daß die spezifische Radioaktivität 1 $\mu\text{C}/\text{ml}$ erreicht. 0,1%-Lösungen derselben Salze und Leitungswasser dienten als Kontrolle.

Als Untersuchungsobjekt dienten, ebenso wie im Experiment mit Hautatmung, die Larven von *Tipula paludosa*. Bei diesen Larven wurden die Stigmen mit dem After zusammen, wie auch die Mundöffnung, mittels Ligaturanlegen und Verkleben mit Vakuumschmiere isoliert. Bei diesen hemicephalischen Larven befinden sich die supraösophagealen Ganglien hinter der Schädelkapsel und sind in bezug auf diese Kapsel beweglich. Diese Besonderheiten ermöglichen, „lebendige Präparate“ mit unzerstörter Innervation zu erhalten, deren Stoffwechsel mit der Umwelt nur durch die Haut möglich ist. Die Larven wurden in die Salzlösungen (je 3–4 Exemplare pro Variante) eingetaucht; außerdem wurde in jede Lösung auch je eine normale Larve eingebracht. Nach dreistündiger Exposition wurden die Larven aus den Lösungen herausgenommen und 2–4 Minuten im Wasserstrom abgespült. Schon nach 2 Minuten erwies das Spülwasser keine Radioaktivität.

Abgespülte Larven wurden mit Filtrierpapier abgetrocknet. Dann wurde nach individuellem Abwiegen aus jeder Larve einzeln ein Präparat zur Bestimmung der Radioaktivität des Inhalts verfertigt. Dabei wurde die Larve am Kopfe mit einer Pinzette gehalten, und das Kaudalsegment mit der Ligatur zusammen wurde mit einer Schere abgeschnitten. Dann wurde der Körperinhalt ausgedrückt. Der Körperrest und das Kaudalende mit der Ligatur zusammen wurden abgewogen, und nun bestimmte man das Gewicht des Körperinhaltes nach der Differenz mit dem Gewicht des Tieres vor der Operation.

Der ausgedrückte Inhalt (Haemolympe, Darm, Fettkörper) wurde in einem Mörser zermahlen; dann wurde 1 ml Wasser zugesetzt und danach alles zusammen wieder vermischt. Je 0,2 ml dieser Brühe wurden mittels gleichen Pipetten auf Filtrierpapierstückchen ($55 \times 15 \text{ mm}$), die auf den Objekträger angeklebt waren, angebracht und gleichmäßig darauf verteilt. Die Radioaktivität solcher Präparate wurde mittels Geiger-Müller-Zähler bestimmt. Nach der Durchschnittszahl der Impulse pro 1 Minute pro 1 g des lebendigen Gewichts der Larve wurde die gesamte Quantität des Phosphors oder des Kaliums bestimmt, die durch die Larvenhaut pro 1 g Gewicht eingetreten war. Solche Berechnung ist möglich, da die Geschwindigkeit des Eintretens gewöhnlicher und radioaktiver Isotope die gleiche ist; also ist die eingetretene Menge von P oder von K der festgestellten Radioaktivität proportionell. Die Menge des Trägers im Präparat wurde bei der Berechnung des gesamten P- oder K-Gehaltes in der Versuchslösung berücksichtigt. Die Mengen von P und vom Phosphorsalz sind in Tabelle 2, die von K und des Kalisalzes in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 2. Die Permeabilität der Kutikel von *Tipula*-Larve für Na_2HPO_4 nach den Versuchen mit markiertem P

Konzentration der Salzlösung (%)	Die Menge von P, die durch die Kutikula (pro 1 g) eintritt	Na_2HPO_4 -Menge pro 1 g	Impulszahl pro 1 g/min	Individuelle Gewichtsschwankungen der Larven in der Variante (mg)
0,005	$0,164 \cdot 10^{-3}$ bis $0,185 \cdot 10^{-3}$	$0,75 \cdot 10^{-3}$ bis $0,84 \cdot 10^{-3}$	1860–2300	460–634
0,0250	$0,240 \cdot 10^{-3}$ bis $0,359 \cdot 10^{-3}$	$0,11 \cdot 10^{-2}$ bis $0,16 \cdot 10^{-2}$	1059–1400	536–734
0,050	$0,341 \cdot 10^{-3}$ bis $0,599 \cdot 10^{-3}$	$0,155 \cdot 10^{-2}$ bis $0,275 \cdot 10^{-2}$	808–1212	458–860
0,100	$0,225 \cdot 10^{-3}$ bis $0,827 \cdot 10^{-3}$	$0,23 \cdot 10^{-2}$ bis $0,38 \cdot 10^{-2}$	621–875	450–934

Tabelle 3. Die Permeabilität der Kutikula von *Tipula*-Larven für KH_2PO_4 nach den Versuchen mit markiertem K

Konzentration der Salzlösung (%)	Die Menge von K, die durch die Kutikula eintritt (pro 1 g)	KH_2PO_4 -Menge pro 1 g	Impulszahl pro 1 g/min	Individuelle Gewichtsschwankungen der Larven in der Variante (mg)
0,005	$0,146 \cdot 10^{-2}$ bis $0,183 \cdot 10^{-2}$	$0,48 \cdot 10^{-2}$ bis $0,63 \cdot 10^{-2}$	1857–2327	430–770
0,025	$0,210 \cdot 10^{-2}$ bis $0,270 \cdot 10^{-2}$	$0,69 \cdot 10^{-2}$ bis $0,73 \cdot 10^{-2}$	1860–2038	471–848
0,050	$0,227 \cdot 10^{-2}$ bis $0,289 \cdot 10^{-2}$	$0,69 \cdot 10^{-2}$ bis $0,73 \cdot 10^{-1}$	1571–2000	416–878
0,100	$0,331 \cdot 10^{-2}$ bis $0,411 \cdot 10^{-2}$	$0,110 \cdot 10^{-1}$ bis $0,143 \cdot 10^{-1}$	1500–1818	443–726

Die Geschwindigkeit des Eintretens von P und K war ungleich, infolge des intensiveren Eintretens von Kaliumkationen als die der Anionen der Orthophosphorsäure durch die Kutikula.

Mit Konzentrationssteigerung nimmt die gesamte Salzmenge zu, die in den Larvenkörper eindringt, während die Intensität des Salzeintretens mit der Konzentrationssteigerung abnimmt.

Bei den Larven mit unisoliertem Darms wurde keine Korrelation zwischen dem Salzeintritt und Salzkonzentration festgestellt, wahrscheinlich, infolge des Lösungsverchluckens.

Die Permeabilität der Tipulidenlarvenkutikula ist mit ihrem histologischen Bau verbunden¹⁾. Das vergleichende Studium zeigt, daß bei typisch haut-

¹⁾ Bei histologischen Studien wurde Mallory-Färbung angewandt, wie sie überhaupt bei Kutikulastudien angenommen ist (Nemenz, 1955).

atmender wasserbewohnender Larve (*Chironomus plumosus*) die Kutikula fast ausschließlich von der Endocutikula-Schicht besteht (Abb. 2), bei trocken-substanzbewohnender tracheenatmender Larve von *Tenebrio molitor* alle bei Luftinsekten vorhandene Schichten (Endo-, Exo- und Epikutikula) ausgeprägt entwickelt sind, während die Larven von *Tipula paludosa* praktisch epikutikellos sind (Abb. 3 u. 4).

Solche Besonderheit erklärt die Permeabilität der Kutikula bei Wiesen-schnakenlarven und bei manchen anderen Bodeninsekten auch.

Solche Integumentseigenschaften bei den bodenbewohnenden Insekten-larven zeigen, daß in der Bekämpfung von Bodenschädlingen auch prinzipiell andere chemische Mittel als gegen die Luftinsekten zu entwickeln sind.

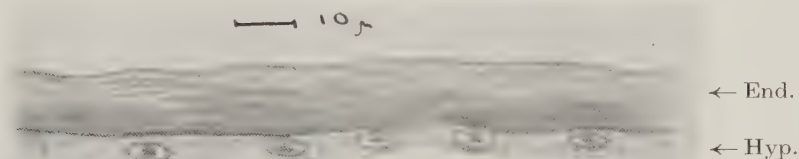


Abb. 2. Querschnitt durch die Kutikula der Larven von *Chironomus plumosus*. Mallory-Färbung. Nur Endocutikula (End.) entwickelt. Hyp. : Hypodermis.

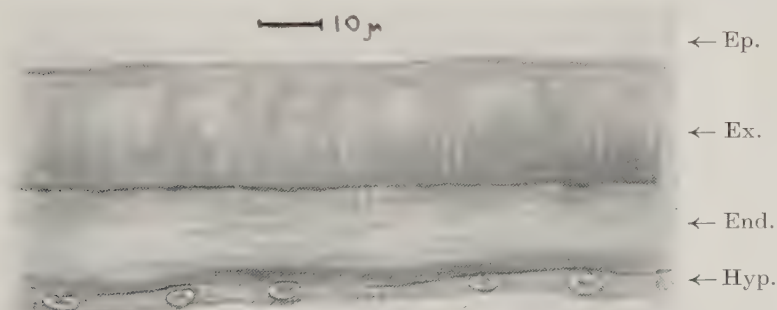


Abb. 3. Querschnitt durch die Kutikula von *Tenebrio molitor*. Mallory-Färbung. Endo- (End.), Exo- (Ex.) und Epikutikula (Ep.) gut ausgeprägt. Hyp. : Hypodermis.

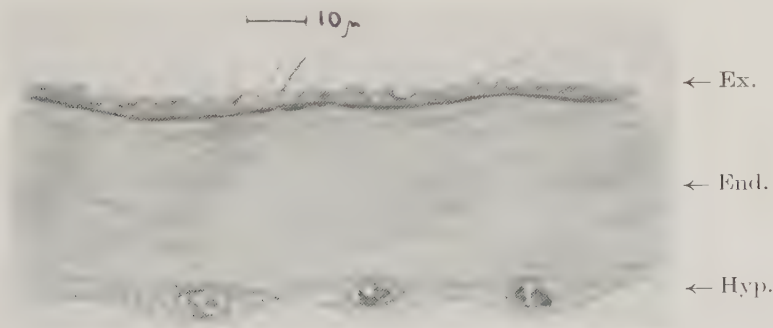


Abb. 4. Querschnitt durch die Kutikula der Larve von *Tipula paludosa*. Mallory-Färbung. Endocutikula (End.) gut, Exocutikula (Ex.) schwach, Epikutikula nicht entwickelt. Hyp. : Hypodermis.

Summary

The cuticle of open living terrestrial insects is known to be as a rule relatively impermeable. That of many aquatic insect larvae is relatively permeable to gases, water and salts. Concerning soil dwelling insect larvae this problem being of serious importance to the practice of insect pests control has been elucidated but unsatisfactory having been solved on such species which did not permit to obtain decisive results.

Soil dwelling *Tipula*-larvae are excellently suitable for the study of cuticle permeability of living animals their digestive and tracheal systems being readily isolated.

Experiments with *Tipula paludosa* larvae showed their integuments to be permeable to gas exchange (O_2 -uptake) and to transpiration, whereas the application of radioactive tracers showed them to be permeable to salts.

Permeability of the integuments of *Tipula* and other soil dwelling larvae is connected with the absence of a continuous epicuticular layer in such larvae.

Literatur

1. Alexandrow, W. J., 1934: Die Permeabilität des Chitins bei einigen Dipterenlarven und die Methoden ihrer Forschung. — *Biolog. Zhurnal*, **3**, N 3, 490–506, Moskwa (Russisch).
2. Beament, J. W. L., 1945: The cuticular lipoids of insects. *J. Exp. Biol.*, **21**, 115–131.
3. Ghilarov, M. S., 1944: The soil as the environment of invertebrates migration from aquatic to terrestrial habits in the course of evolution. — *Zool. Zhurn.*, **23**, N 4, 134–138.
4. — — 1948: Die Rolle des Bodens beim Übergang von Wirbellosen von der aquatischen zur terrestrischen Lebensweise. — *Izvestiya Akad. Nauk, Biol. Ser.*, N 3, 323–331 (Russisch).
5. — — 1948: Ökologisch-physiologische Ursachen der Honigtauauausscheidung bei den Aphiden. — *C. R. Acad. Sci. URSS*, **60**, N 3, 477–480 (Russisch).
6. — — 1949: Die Eigenschaften des Bodens als Lebensraum und seine Bedeutung in der Evolution von Insekten. 279 S. Akad.-Verl., Moskau-Leningrad (Russisch).
7. Kühnelt, W., 1939: Beiträge zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Insekten-skelette. — *Verh. 7. Intern. Entomol. Congr.*
8. Langenbuch, R., 1933: Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes lineatus* L. und *A. obscurus* L. II Teil. — *Zeitschr. angew. Entomol.*, **20**, H. 2, 497–506.
9. Nemenz, H., 1955: Über den Bau der Kutikula und dessen Einfluß auf die Wasserabgabe bei Spinnen. — *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-Naturwiss. Kl.*, **164**, H. 1–2, 65–76.
10. Subklew, W., 1934: Physiologisch-experimentelle Untersuchungen an einigen Elateriden. — *Zeitschr. Morph. Ökol. d. Tiere*, **28**, 184–192.
11. — — 1934: Physiologische Unterschiede schädlicher Elateridenarten. — *Arb. über Physiol. u. Entomol.*, **1**, H. 3, 218–224.
12. Schaerffenberg, B., 1946: Poikilosmotische Landtiere. — *Österr. Zool. Zeitschr.*, **1**, N 1, 176.
13. Thorpe, W. H., 1928: The elimination of carbondioxyde in insects. — *Science*, N. Y., **78**, n. 1766, 433–434.
14. Wigglesworth, V. B., 1931: The respiration of insects. — *Biol. Rev.*, **6**, 181 bis 220.
15. — — 1945: Transpiration through the cuticle of insects. — *J. Exp. Biol.*, **21**, n. 3–4, 97–114.

Über eine Mykose der Larven von *Tipula paludosa* Meig. durch *Empusa* sp.

Von E. Müller-Kögler

Mit 5 Abbildungen

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

Obwohl die Larven der Wiesenschnake (*Tipula paludosa*) besonders in Nordwestdeutschland häufig in Grünland, Feld- und Gartenkulturen schädlich werden, ist über ihre Krankheiten — und ebenso über die von anderen Tipuliden — nicht allzuviel bekannt.

Eine Polyedrose bei *T. paludosa* wurde von Rennie (1923) beschrieben und von Smith und Xeros (1954) weiter untersucht. Eine weitere Virose, bei der aber keine Einschlusskörper auftreten, entdeckte Xeros (1954). Janisch (1940) berichtete über eine „Schwarzfleckenkrankheit“ unbekannter Ursache, bei der es sich nach Versuchen aber offensichtlich um eine Infektionskrankheit handelt. Nach Guercio (1914, zitiert bei Bodenheimer 1923) sollen Bakterienkrankheiten bei *Tipula*-Larven auftreten. Von Pilzkrankheiten ist das Vorkommen von *Sporotrichum densum* [= *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem.] an einer weiblichen Imago von *Tipula infusata* Loew beobachtet worden (Hyslop 1910, nach Bodenheimer). Verhältnismäßig viele Entomophthoraceen werden an Tipuliden vorkommend genannt. So führt beispielsweise Lakon (1919) in seiner Monographie an: *Entomophthora sphaerosperma* Fresen., *Entomophthora sepulchralis* Thaxt., *Empusa conglomerata* (Sorok.) Thaxt., *Empusa caroliniana* Thaxt., *Entomophthora dipterigena* Thaxt., *Entomophthora tipulae* Fresen., *Entomophthora arrhenoctona* Gird. und *Empusa pachyrrhinae* Arthur; Thaxter (1888) nennt außerdem *Empusa grylli* (Fresen.) Nowak., Skaife (1921) *Empusa apiculata* Thaxt. [= *Lamia apiculata* (Thaxt.) Lakon]. Von diesen Arten sind die meisten an Imagines gefunden worden. An Tipuliden-Larven fanden sich nach den monographischen Arbeiten von Thaxter und Lakon lediglich *Empusa pachyrrhinae* bei *Pachyrrhina ferruginea* Fab., *Empusa conglomerata* an Larven einer *Tipula* sp. in Nordamerika, *Empusa grylli* an Larven von „Tipuliden“.

Bei der wirtschaftlichen Bedeutung von *T. paludosa* und angesichts der Tatsache, daß ihre toten Larven im Boden meistens sehr schnell zersetzt werden und sich so der Beobachtung entziehen, schien eine planmäßige Suche nach Krankheiten — zunächst in Laborzuchten — gerechtfertigt¹⁾. In ihrem Verlauf wurden Krankheitserreger ermittelt, die für *T. paludosa* bisher unbekannt oder in Deutschland nicht gefunden worden waren. Hier sei zunächst über eine *Empusa*-Mykose berichtet.

Auftreten der Mykose

Sie kam verschiedentlich, unabhängig von der Jahreszeit, in Massenzuchten vor (die Larven waren in der Umgebung von Oldenburg i. O. bzw. Leverkusen gesammelt worden), bei denen zahlreiche Larven auf kleiner Fläche in einem Gemisch aus Torfmoß und Versuchsfelderde (lehmiger Sand), zum

¹⁾ Herrn Dr. Maereks, Oldenburg, der uns bereitwillig mit Material versorgte und für die Zucht von *T. paludosa* wertvollen Rat gab, sei auch hier herzlich gedankt. Ebenso danke ich Frau Best für die Geduld und Sorgfalt bei der Kontrolle der Larven und den mikroskopischen Untersuchungen. — Den Farbenfabriken Bayer, Pflanzenschutz, Wiss. Abt., schulde ich Dank für die Zusendung pilztoter Larven. Die Arbeit wurde durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Teil mit Zusatz von wenig Laubwalderde, bzw. in einem Komposterde-Torfmullgemisch, gehalten wurden. Während bestimmter Zeitabschnitte fanden sich auf der Bodenoberfläche tote Larven (L_3 und L_4), die sich als verpilzt erwiesen, so z. B. in einer am 18. 5. 1956 mit L_4 angesetzten Zucht vom 22. 5. bis 1. 6. 1956 24 Larven und 7 Puppen von insgesamt 205 abgesammelten Toten. Nach diesem Zeitpunkt wurde die Mykose in dieser Zucht nicht mehr beobachtet. Die pilzkranken Tiere kommen an die Erdoberfläche und verenden hier. Durch unser regelmäßiges Absammeln wurde der Erreger offenbar bis zur Bedeutungslosigkeit dezimiert. Wie bei anderen Entomophthoraceen-Epizootien wird auch hier die Ausbreitung der Krankheit durch die nur kurzlebigen Konidien erfolgen. Gesunde Larven können sich also höchstwahrscheinlich nur an der Erdoberfläche infizieren, wenn sie hier die eingegangenen berühren oder mit abgeschleuderten Konidien in Berührung kommen. Eine Bekämpfung der in Zuchten unerwünschten Mykose dürfte durch laufendes Absammeln der toten Larven möglich sein. — Beobachtungen aus dem Freiland liegen noch nicht vor. Wir hoffen, daß vorliegende Mitteilung zu Freilandfunden und -beobachtungen führt, die ein Urteil über die Bedeutung der Krankheit für natürliche *Tipula*-Populationen ermöglichen. Da gerade die zu den Entomophthoraceen gehörenden Pilze plötzliche und ausgedehnte Epizootien verursachen können und das Biotop der *Tipula*-Larven meistens eine hierfür günstige, relativ hohe Feuchtigkeit aufweist, darf man mit einigem Recht hier einen zu bestimmten Zeiten wirksamen natürlichen Begrenzungsfaktor erwarten. Ob der Pilz für eine biologische Bekämpfung geeignet ist, läßt sich erst beurteilen, wenn seine Isolation und künstliche Kultur gelungen sind.

Symptome

Durch *Empusa* sp. verendete, frischtote Larven zeigen keine deutliche Verfärbung. Sie sind bei leicht vermindertem Turgor etwas schlaff. Eigentümlich ist manchmal eine „rauhe“, aber nicht sonderlich auffallende Hautoberfläche. Hier zeigt sich unter dem Präpariermikroskop bei 50–150facher Vergrößerung, daß die Rauigkeit durch mehr oder weniger zahlreiche, meist in kleinen Gruppen zusammenstehende, zapfenförmige Konidienträger mit Konidien des Pilzes bedingt wird. Die sehr plasmareichen Konidien sehen im auffallenden Licht unter dem Präpariermikroskop wie kleinste, glänzende Wassertröpfchen aus. Da die Konidien erst einige Zeit nach dem Tode der Larven erscheinen, können sie bei jüngst eingegangenen Tieren fehlen. In diesen findet man (ebenso wie in den Larven, an denen bereits Konidien gebildet sind) nach dem Aufreißen mit Nadeln oder Aufschneiden zwischen Haut und Darm bei fehlendem Fettkörper eine helle, unter dem Präpariermikroskop sehr feinkörnige Masse, die vornehmlich aus den kugeligen Hyphenkörpern des Pilzes besteht. — Bei feuchter Lagerung verjauchen die pilztoten Larven schnell. Es kommt nach ihrem Einlegen in feuchte Kammern nicht zu einer typischen Verpilzung ihrer Oberfläche, auch nicht zu einem so starken, deutlich sichtbaren Belag abgeschleudelter Konidien in der Umgebung der Larven, wie z. B. von den durch *Empusa muscae* Cohn eingegangenen *Musca domestica* L. bekannt ist. Bei trockener Aufbewahrung schrumpfen die Kadaver zu schwarzen, nicht ganz zusammenfallenden Resten ein. In ihnen findet sich beim Auseinanderpräparieren der Pilz als dünne, gelbliche, zusammengefallene, krümelig-schilferige Schicht zwischen Haut und Darm. — *Empusa*-tote Puppen von *T. paludosa* zeigen makroskopisch keine ausgeprägten Symptome.

In ihnen finden sich ebenfalls die Hyphenkörper und außen an den Puppen nach einiger Zeit die Konidien des Pilzes.

Morphologie des Krankheitserregers

Im Innern der pilztoten Larven sieht man die für Entomophthoraceen typischen, dicken, meist unseptierten Hyphen mit einem Durchmesser von 8 bis 20 μ sowie — besonders zahlreich bis fast ausschließlich — die stark plasmahaltigen, mehrkernigen, annähernd kugeligen, dünnwandigen Hyphenkörper (Abb. 1)¹⁾. Ihre Größe schwankt zwischen etwa 30–70 (–80) μ . Aus dem

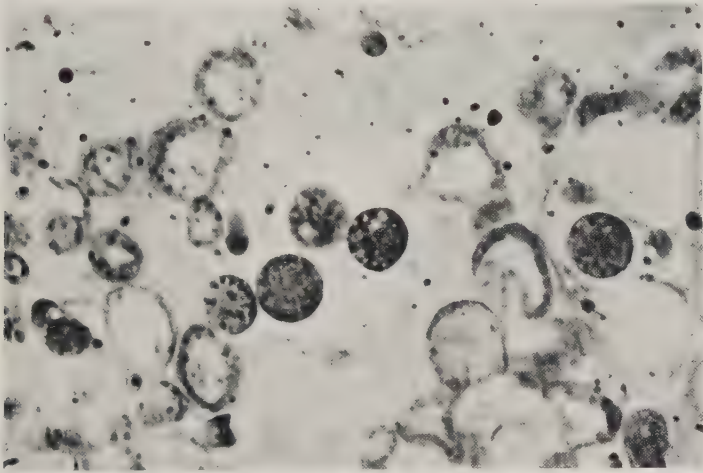


Abb. 1. Schnitt durch die Hyphenkörper von *Empusa* sp. in einer Larve von *Tipula paludosa*. Gefärbt mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain. 250:1.
(Phot. Langenbuch.)

Innern der Larve heraus durchbrechen Hyphen die Kutikula (Abb. 2) und bilden an deren Oberfläche kurze, zapfenförmige, etwa 14–20 μ dicke und 30–60 μ lange Konidienträger, auf denen die meist breit birnförmigen Konidien (Abb. 3–4) sitzen. Die Konidienträger stehen meistens büschelweise zusammen. Messungen der Konidien in Lactophenol ergaben in einem Falle (20 Konidien) eine Größe von 30–42 \times 25–34 (meistens 33–36 \times 25–28), im Mittel 35,6 \times 28,1 μ ; in einem anderen Falle (50 Konidien) wurden gemessen: 32–48 \times 26–42 (meistens 34–42 \times 30–35), im Mittel 38,8 \times 32,8 μ . Die Konidien enthalten, wie wohl meistens bei den Angehörigen der Gattung *Empusa*, mehrere Kerne. Aus den Hyphenkörpern können dickwandige Dauersporen (Abb. 5) entstehen, die bisher aber nur einmal in einem 2–4 Wochen alten Kadaver beobachtet wurden. Es kann noch nicht gesagt werden, ob es sich hier um Zygosporen oder Azygosporen handelt. Die glattwandigen Dauersporen sind mit körnigem Plasma dicht gefüllt, ihre auffallend dicken Wände messen 3,5–4 (meistens 4), im Mittel 3,88 μ . Der Durchmesser dieser Sporen betrug 26–37 (meistens 30–32), im Mittel 30,4 μ .

¹⁾ Herrn Dr. Langenbuch danke ich sehr für die Herstellung der mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain gefärbten Schnitte und die Überlassung der Abbildungen 1–3.



Abb. 2. Konidienträgerbildung. Hyphen von *Empusa* sp. durchbrechen die Kutikula einer Larve von *Tipula paludosa*. Schnitt gefärbt mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain. 200:1.
(Phot. Langenbuch.)

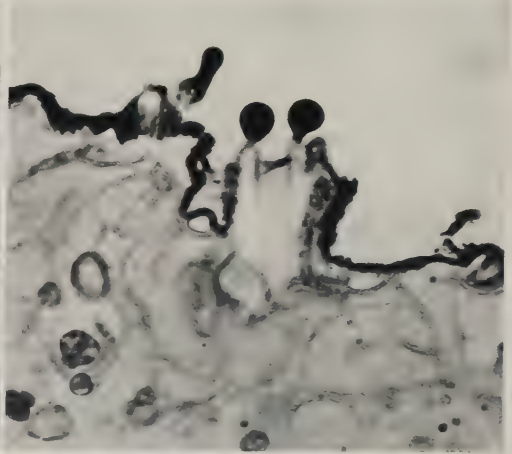


Abb. 3. Konidienträger mit sich bildenden Konidien von *Empusa* sp. Schnitt durch eine Larve von *Tipula paludosa*, gefärbt mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain. 200:1.
(Phot. Langenbuch.)

Zur systematischen Stellung des Krankheitserregers

Der hier beobachtete Pilz gehört nach der bei Lakon (S. 165) gegebenen Einteilung zur Gattung *Empusa*, da die Konidienträger unverzweigt sind und Cystiden und Haftfasern fehlen; der Konidienform nach gehört er zum Subpapillata-Typus (Lakon, S. 168). Von den eingangs erwähnten, an Tipuliden vorkommenden Arten gehören zu *Empusa* und zu diesem Konidientyp lediglich *Empusa conglomerata* und *Empusa grylli*. In der Form ähneln die von uns beobachteten Konidien den von Thaxter (Abb. 56–59) für *Empusa conglom-*

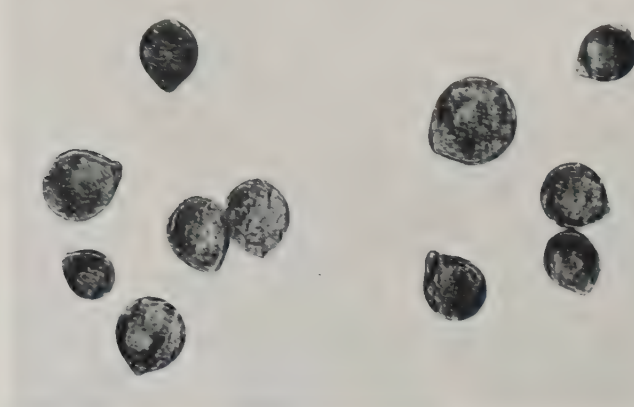


Abb. 4. Reife Konidien von *Empusa* sp. in Lactophenol-Baumwollblau. 225:1.
(Phot. Müller-Kögler.)

merata abgebildeten. Die Konidien von *Empusa grylli* sind nach den Thaxter'schen Abbildungen 21–30 mehr typisch birnenförmig, nicht so breit-birnenförmig, wie sie bei unserer Form sehr oft aussehen. Die Konidienmaße von *Empusa conglomerata* gibt Thaxter mit $25-40 \times 22-25 \mu$ an, die von *Empusa grylli* mit $30-40 \times 25-36 \mu$, so daß unsere Form mehr der letzteren entsprechen würde. Es sei in diesem Zusammenhang aber auf die unterschiedlichen Konidiengrößen hingewiesen, die MacLeod (1956) beim *Empusa-grylli*-Typ von verschiedenen Wirten (Orthopteren und Lepidopteren) fand und die zwischen $23,0-39,5 \times 18,5-33,0$ und $36,5-43,0 \times 27,5-33,0$ bzw. im Mittel zwischen $33,5 \times 26,5$ und $40,0 \times 30,0 \mu$ liegen, wenn man auch hier einschränkend bemerken muß, daß nach der Thaxter'schen Nomenklatur, der MacLeod folgt, zwischen *Empusa grylli* und *Empusa aulicae* Reich. nicht unterschieden wird. — Es scheint bei den jetzt vorliegenden Zahlen und Beobachtungen noch nicht gerechtfertigt, eine systematische Einordnung der von uns beobachteten Form vorzunehmen, abgesehen davon, daß hier zunächst nur die von Tipuliden bekannten Arten zum Vergleich herangezogen wurden und daß unter *Empusa grylli* im Sinne Thaxters wohl mehr als eine Art enthalten ist. Der Wirt, auf dem eine Entomophthoracee gefunden wird und die Wirte auf die sie sich im Infektionsversuch übertragen läßt, werden bei der systematischen Einordnung mitentscheiden müssen, da sich nur so wirtsabhängige morphologische Änderungen des Pilzes erfassen lassen. So soll der Frage nach der Art der von uns beobachteten Form erst weiter nachgegangen werden, wenn entsprechende Versuche und Beobachtungen vorliegen. Es scheint bei der Vielzahl der bis jetzt von Insekten beschriebenen Entomophthoraceen besser, eine Form eventuell verspätet einzuordnen oder als Art neu zu beschreiben, als später nach Infektionsversuchen eine Berichtigung vornehmen zu müssen.

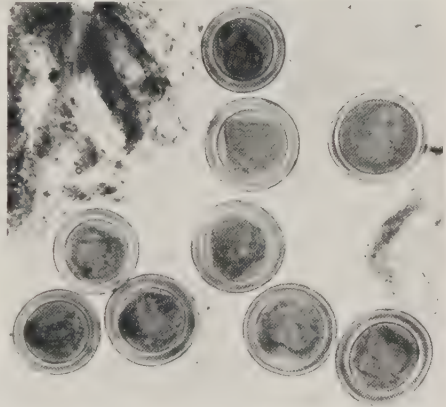


Abb. 5. Dauersporen von *Empusa* sp. aus einer Larve von *Tipula paludosa*. Mit Lactophenol-Baumwollblau gefärbt. 400 : 1. (Phot. Müller-Kögler.)

Zusammenfassung

Bei Larven von *Tipula paludosa* Meig. wurde eine Erkrankung durch *Empusa* sp. beobachtet. Der Pilz bildet im Innern der Larven hauptsächlich $30-70(-80) \mu$ große Hyphenkörper, später eventuell $26-37 \mu$ große kugelige Dauersporen mit $3,5-4 \mu$ dicken, glatten Wänden. Die auf kurzen, zapfenförmigen Konidienträgern gebildeten birnenförmigen Konidien messen $30-48 \times 25-42 \mu$.

Summary

On larvae of *Tipula paludosa* Meig. a fungous disease was observed caused by *Empusa* sp. Inside the larvae primarily hyphal bodies [$30-70(-80) \mu$] are formed, later on sometimes also spherical spores ($26-37 \mu$) surrounded by smooth walls $3,5-4 \mu$ thick. The pyriform conidia, growing on short, coneshaped conidiophores, have the size of $30-48 \times 25-42 \mu$.

Literatur

(Die mit * gekennzeichneten Arbeiten konnten nicht im Original eingesehen werden.)

- Bodenheimer, F.: Beiträge zur Kenntnis von *Tipula oleracea* L. Zur Schädlingsökologie. — Z. ang. Entom. **9**, 1–104, 1923.
- *Guercio, G. Del: Le Tipule ed i Tafani nocivi nelle Risaie, di Molinella (Bologna). — Redia **9**, 299–345, 1914. (zit. n. Bodenheimer 1923).
- *Hyslop, I.: The Smoky Crane-fly (*Tipula infuscatata* Loew). — US. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull. 85, Part 7, 119–132, 1910. (zit. n. Bodenheimer 1923).
- Janisch, E.: Eine Schwarzfleckenkrankheit bei den Larven der Wiesenschnake. — Anz. Schädlingskunde **16**, 134–135, 1940.
- Lakon, G.: Die Insektenfeinde aus der Familie der Entomophthoreen. Beiträge zu einer Monographie der insektentötenden Pilze. — Z. ang. Entom. **5**, 161–216, 1919.
- MacLeod, D. M.: Notes on the genus *Empusa* Cohn. — Canad. Journ. Bot. **34**, 16–26, 1956.
- Rennie, J.: Polyhedral Disease in *Tipula paludosa* (Meigen). — Proceed. Roy. Phys. Soc. Edinburgh **20**, 265–267, 1915–1923.
- Skaife, S. H.: Notes on some South African *Entomophthoraceae*. — Trans. R. Soc. Africa, Cape Town, **9**, 77–86, 1921.
- Smith, K. M. and Xeros, N.: An unusual virus disease of a dipterous larva. — Nature **173**, 866–867, 1954.
- Thaxter, R.: The *Entomophthoraceae* of the United States. — Mem. Boston Soc. Nat. Hist. **4**, 133–201, 1888.
- Xeros, N.: A second virus disease of the leatherjacket, *Tipula paludosa*. — Nature **174**, 562–563, 1954.

Die Eiablage der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin

Von W. Speyer, Kitzeberg

Mit 9 Abbildungen

In großen Zügen ist die Eiablage der Weizengallmücken bekannt. Eine eingehende Zusammenfassung verdanken wir Barnes (1956). Da jedoch nach unseren Erfahrungen nur eine chemische Bekämpfung dieser Schädlinge und zwar nur während der Zeit ihrer Eiablage oder kurz davor Erfolg verspricht, haben wir uns auch um dieses rein biologische Problem bemüht¹⁾. Dabei gelang es, die bisherigen Kenntnisse zu erweitern und zu vertiefen.

I. Morphologie der Legeapparate und Zahlenverhältnis der Geschlechter

Bei der Gelben Weizengallmücke (*C. tritici*) haben wir es mit einem aus 2 Teilen bestehenden richtigen Legestachel von der doppelten Länge des Abdomens zu tun. In der Ruhe sind die beiden etwa gleichlangen Teile teleskopartig derart in einander geschoben, daß sich der weichhäutige und nur durch feine Chitinringe verstärkte proximale Teil handschuhfingerartig in das

¹⁾ Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgeführt. Bisher liegen folgende Veröffentlichungen vor: Waede, M. Bemerkungen zum Auftreten der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin im südlichen Niedersachsen, 1954. Nachr. bl. f. d. deutsch. Pfl. schutzdienst, 1955, 49–54. — Speyer, W. und Waede, M. Eine Methode zur Vorhersage des Weizengallmückenfluges. — Eodem loco, **8**, 1956, 113–121. — Speyer, W. und Waede, M. Feinde und Parasiten der Weizengallmücken. — Anz. f. Schädl. kunde, **29**, 1956, 185–191.

Abdomen einstülpt und dabei den nadelfeinen und harten distalen Teil in sich aufnimmt (Abb. 1). Kurz vor seiner Spitze biegt der harte Teil in einen flachen Winkel nach oben um; an dieser Stelle befindet sich auf der Ventralseite des Stachels der Oviporus. — Wie übrigens bei diesen schwierigen anatomischen Verhältnissen die Copula vonstatten geht, konnte noch nicht beobachtet werden.

Der ebenfalls aus 2 Teilen bestehende, im Ganzen aber kürzere Legeapparat der Orangeroten Weizengallmücke (*S. mosellana*) ist dagegen weichhäutig bis zu seinem Ende, das 2 mit Sinneshaaren besetzte Klappen trägt, unter denen die Eier austreten (Abb. 2).

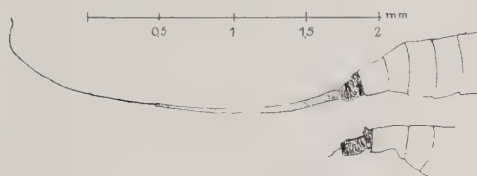


Abb. 1. *C. tritici*. Legeapparat, verschieden lang ausgestreckt.

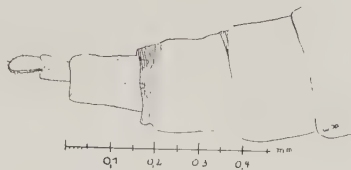


Abb. 2. *S. mosellana*. Legeröhre, nur etwa zur Hälfte ausgestreckt.

Wir erhielten in unseren Zuchten 1954 bei beiden Arten ein Geschlechterverhältnis von etwa 3 ♂ : 1 ♀, dagegen 1955/56 ebenfalls bei beiden Arten 41 ♂ zu 59 ♀. In 2 weiteren Zuchten erhielten wir 1955:

	A		B	
	♂	♀	♂	♀
<i>tritici</i>	264	746	197	382
<i>mosellana</i>	80	231	153	426
Schlupfwespen. . .	65		139	

Klee (1936, 21) hatte bei *tritici* 74 ♂ zu 108 ♀ und bei *mosellana* 108 ♂ zu 158 ♀ gefunden. Barnes (1956, 66) erzielte in verschiedenen Jahren schwankende Verhältnisse: 33 ♂ zu 67 ♀ bis zu 57 ♂ zu 43 ♀.

II. Die Eier

Schon älteren Bearbeitern (u. a. Klee a. a. O.) ist aufgefallen, daß die anfänglich farblosen, bald aber gelben Eier von *C. tritici* einen schwanzartigen Fortsatz besitzen, während die Pole der nahezu zylindrischen, sich orange bis rot ausfärbenden Eier von *S. mosellana* gleichmäßig abgerundet sind (Abb. 3). Der etwa 0,3 mm lange schwanzartige Fortsatz der *tritici*-Eier, die 0,04–0,09 mm breit und — ohne Schwanz — 0,4 mm lang sind, ist besonders deutlich bei den in den 2 × 12 büschelförmigen Ovarien liegenden legereifen Eiern zu sehen, während er bei den in Häufchen zu etwa 4–8 Stück abgelegten Eiern nur anfänglich noch sehr lang ist, dann aber mehr oder weniger einschrumpft. Da der Durchmesser der *tritici*-Eier er-

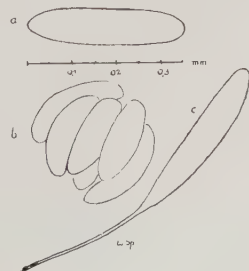


Abb. 3. Eier von *C. tritici* und *S. mosellana* bei gleicher Vergrößerung. a) *mosellana*, b) Eihäufchen von *C. tritici*, c) Ovarialei von *C. tritici*.

heftig größer ist als das Lumen des haardünnen harten Legestachels, ist anzunehmen, daß sie ähnlich wie die Eier zahlreicher Schlupfwespen (vgl. Stellwaag, 1921, 15) mit Hilfe von Kontraktionen der Abdominalmuskeln durch den Legestachel hindurchgequetscht werden und erst beim Verlassen des Oviporus ihre normale Gestalt allmählich wieder annehmen können. — Die weichhäutige Legeröhre der *mosellana*-Weibchen wird dagegen dem Durchtritt der 0,35 zu 0,09 mm großen, orangegelben Eier keinen nennenswerten Widerstand entgegensetzen.

III. Die Flugzeiten

Die *tritici*-Weibchen legen ihre Eier mit Vorliebe in die noch nicht erblühten Weizenähren, während die *mosellana*-Weibchen die bereits abgeblühten Ähren bevorzugen. Dementsprechend dauert der Flug der *tritici*-Weibchen in Norddeutschland im allgemeinen etwa vom 10. Juni bis Ende Juni, der Flug der *mosellana*-Weibchen von Anfang Juli bis in die letzte Juli-Woche.

Innerhalb der Flugzeiten werden die kurzlebigen Mücken fortgesetzt durch neugeschlüpfte Tiere ersetzt. Übrigens überschneiden sich die Flugzeiten beider Arten regelmäßig etwas, in manchen Jahren aber so stark, daß sie sich weitgehend decken. Mitunter liegen erhebliche Teile der Flugzeitenkurven beider Arten phänologisch so ungünstig, daß entweder eine normale Eiablage nur in geringem Umfange erfolgen kann, oder daß ein großer Teil der jungen Larven keine geeignete Nahrung vorfindet. In gewissem Ausmaße können die Mücken in solchen Jahren vom Winterweizen auf Sommerweizen ausweichen oder umgekehrt und so einer Katastrophe entgehen — ein gewichtiger Grund gegen den nahe benachbarten Anbau von Winter- und Sommerweizen. Ob die Mücken in den seltenen Fällen, in denen der normale Parallelismus zwischen der Entwicklung des Weizens und der Mücken völlig fehlt, zu anderen Brutpflanzen, z. B. Gerste, Roggen oder Wildgräser, vor allem Quecke, abwandern, wie Barnes (1953) vermutet, ist noch weiter zu prüfen.

IV. Die Flugstunden

Die *tritici*-Mücken verlassen nach den sorgfältigen Untersuchungen von Barnes (1956, 40–41) größtenteils in den Nachtstunden die Puppen; für *mosellana* dürfte das gleiche gelten. Auf den Schlüpfeldern erfolgt sehr bald tief unten zwischen den Pflanzen (Barnes a. a. O., 41) die Copula, wonach allein die Weibchen zu neuen Weizenfeldern fliegen, um dort ihre Eier abzulegen.

Dieser Wanderflug findet bei bedecktem Himmel in den Tagesstunden statt, sonst erst am späten Nachmittag, und zwar nach schwedischen Beobachtungen (Mühlow 1935, Svärdsön 1940) oft in erstaunlich großen Höhen (5–16 m)! Auf die gelegentlich beobachteten riesigen Wanderschwärme der *tritici*-Weibchen soll hier nicht näher eingegangen werden. Sämtliche Wanderflüge erfolgen nur bei ruhigem Wetter. In den Weizenfeldern halten sich die gegen Wind und trockene Wärme sehr empfindlichen Weibchen bei Tage tief zwischen den Halmen versteckt, teils sitzen sie unter Erdschollen, teils still am Grund von Unkräutern oder an der Basis der Weizenpflanzen. Je nach der Stärke der Bewölkung werden die Mücken schon zwischen 16 und 17 Uhr oder erst gegen Sonnenuntergang lebhafter.

Im Schutze von Bäumen oder Hecken sammeln sich mehr Weibchen zur Eiablage als auf freien, ungeschützten Feldern. Sie fliegen zu den Ähren empor oder laufen an den Halmen hoch. Bei einem Massenauftreten der Mücken kann man sie an milden, windstillen Abenden in Höhe der Ähren oder dicht darüber in ganzen Wolken schwärmen sehen. Der Höhepunkt des Fluges und der Eiablage wird bald nach Sonnenuntergang erreicht; dann läßt er langsam nach. Nach Wagner (1866) kann der Gipfel des Fluges auch erst nach Mitternacht erreicht werden.

V. Die Eiablage

a) *C. tritici*

Wenn sich die Weizenähren aus der Blattscheide schieben, wird zuerst ihre eine Seite frei, und hier kann dann sofort die Eiablage erfolgen, wenngleich auch beiderseits freie Ähren, selbst wenn sie bereits mit dem Blühen begonnen — und in sehr seltenen Fällen — sogar schon abgeblüht haben, belegt werden können¹⁾ (Abb. 4 u. 5). Herrscht zur Zeit des Ährenschiebens für die Eiablage



Abb. 4. *C. tritici* bei der Eiablage (18. 6. 56) an völlig freier Ähre, links während einer Pause. Etwa 6mal vergr.

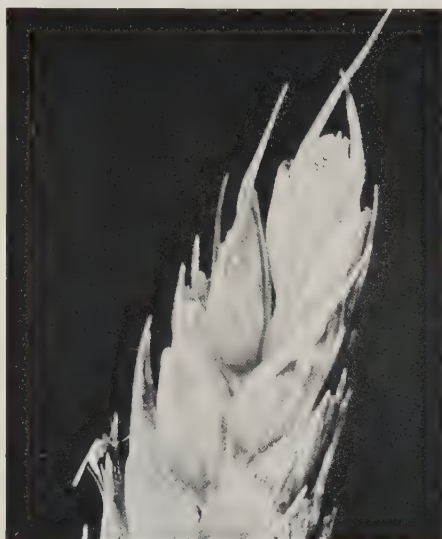


Abb. 5. *C. tritici* bei der Eiablage an beiderseits freier Ähre. Etwa 2,5mal vergr.

günstiges Wetter, während in den nächstfolgenden Tagen und Wochen das Wetter ungünstiger ist, dann findet man später häufig nur einseitig von den Larven befallene Ähren. Die Weibchen fliegen zumeist die Ähren ganz zielsicher an und suchen mit halbausgestrecktem Legestachel die Spitze eines Ährchens auf. Hier zwingen sie — den Kopf der Ährenspitze zugekehrt — den in seiner ganzen Länge ausgefahrenen Legestachel zwischen die dicht schließenden Deck- und Vorspelze einer Blüte von oben her ein (Abb. 6) und erreichen zumeist den umgeschlagenen Rand der Vorspelze, auf dem man alsdann das etwa 4–8 Eier enthaltende Gelege leicht finden kann (Abb. 7). Die einzelnen Eier sind zu einem leicht gewölbten Häufchen zusammengeklebt. Weniger häufig liegen die Eier auf der Innenfläche der Vorspelze oder unter ihrem Rande, also stets in größter Nähe der Blütenorgane. Nur wenn die Eier unter dem Rande der Vorspelze liegen, muß ein Teil der Blüte, nämlich eben dieser Rand der Vorspelze, von dem Legestachel durchbohrt worden sein.

¹⁾ Dies ist für die Ernährung der Larven und dementsprechend für das von ihnen verursachte Schadbild von Bedeutung, doch soll hier nicht näher darauf eingegangen werden. — Klee (a. a. O.) und Doeksen (1938) sind der Ansicht, daß die innere Ährenkante, wenn sie sich endlich aus der Blattscheide befreit hat, im allgemeinen nicht belegt werden kann, weil sie inzwischen zu alt geworden ist.

Daß ein und dieselbe Blüte nach einander von verschiedenen Weibchen belegt wird, ist nicht selten. Wir fanden bis zu 3 Eigelegen, oft merklich verschiedenen Alters, und später durchschnittlich 6–8, höchstens bis zu 43 Larven in einer Blüte. Auch daß physiologisch taube Blüten belegt werden, in denen die Larven später keine Nahrung finden, haben wir häufig beobachtet. Nachdem die Mücke ein Gelege abgesetzt hat, sucht sie eine andere Blüte zu dem gleichen Zwecke auf, sei es an derselben oder einer benachbarten Ähre. Klee (a. a. O., 25) beschreibt, daß die legende Mücke vom Grunde der Ähre an bis zu ihrer Spitze mehr oder weniger regelmäßig aufwärts wandert und dabei ihre Eier ablegt. Wir haben bei beiden Mückenarten ein derart systematisches Vorgehen der Weibchen nicht beobachtet. — Die von Tomaszewski (1931) bei der Rispengrassgallmücke (*Phytophaga floricola* Hedicke) gemachte Beobachtung, daß die Weibchen gelegentlich mit ihrem Legebohrer zwischen den Spelzen eingeklemmt hängen bleiben und in dieser Lage bis zum nächsten Morgen verenden, konnten wir ebenso wie Klee (a. a. O., 25) auch für *C. tritici* bestätigen.

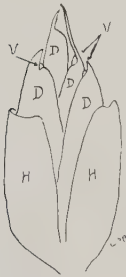


Abb. 6. Schematische Darstellung eines Weizenährchens.

H = Hüllspelzen,
D = Deckspelzen,
V = Spitze der
Vorspelzen.



Abb. 7. Schematische Darstellung einer Vorspelze mit Blütenorganen (Staubgefäßen und Narbenästen) und 2 Eigelegen (E) auf bzw. unter dem umgeschlagenen Rand der Vorspelze. — Darunter schematischer Querschnitt durch Vor- und Deckspelze mit Blütenorganen.

b) *S. mosellana*

Die in ihrer ganzen Länge weiche Legeröhre der *mosellana*-Weibchen kann sich durch die sehr fest schließenden Spelzen junger Blüten nicht hindurchzwängen. Die roten Mücken erscheinen aber im allgemeinen später als ihre gelben Verwandten und finden daher die Weizenähren in einem viel mehr aufgeloockerten Zustand vor, so daß sie ihre Legeröhre oft bis in das Innere der Blüten vortreiben können (Abb. 8). Sie sind überdies viel weniger wählerisch bei der Wahl des Ortes, wo sie ihre Eier einzeln oder höchstens bis zu 3 Stück zusammen ablegen. Dementsprechend leben die Larven meist einzeln in den Blüten. Sehr selten findet man mehr als 4 an einem jungen Korn.

Von 24 am 8. 7. 54 aufgefundenen *mosellana*-Eigelegen lagen 12 auf der Außenseite von Deckspelzen, 3 auf der Außenseite und 2 an der Innenseite von Hüllspelzen, 5 an der Ährenspindel unterhalb des Ansatzes eines Ährchens und 2 außen an der sterilen Blüte der Ährenspitze. In einem anderen Falle fanden wir 15 *mosellana*-Gelege an Deckspelzen, 5 außen und 2 innen an Vorspelzen, 4 außen und 4 innen an Hüllspelzen, 1 zwischen Vor- und Deckspelze, 2 an sich bildenden jungen Körnern, 9 an Ährenspindeln und 2 in sterilen Spitzenblüten. Die ausschlüpfenden jungen *mosellana*-Larven müssen demnach in vielen Fällen verhältnismäßig weite Wege bis zu ihrem Fraßort, dem jungen Korn, zurücklegen. Gelangen *mosellana*-

Junglarven in Blüten, in denen die junge Kornanlage bereits durch *tritici*-Larven zerstört worden ist, können sie sich nach unseren Beobachtungen nicht entwickeln. Wenn man in einer Blüte nebeneinander Larven beider Mückenarten findet, hat die Eiablage offenbar ziemlich gleichzeitig stattgefunden (Abb. 9)¹⁾. Immerhin haben wir den Eindruck, daß bei einem Massenaufreten der gelben Mücke die Vermehrung der roten Art starke Einbußen erleiden kann. Befallene Blüten bzw. junge Körner enthielten in Holstein und Niedersachsen im Durchschnitt niemals mehr als 2 *mosellana*-Larven: Barnes (1956) fand häufig 2–4, in sehr seltenen Fällen bis zu 12 Larven.

Nach allem hier Gesagten darf man vermuten, daß sich *mosellana* gegen größere abiotische und biotische Widerstände behaupten muß als *tritici*, zumal ihre Larven auch stärker parasitiert zu werden pflegen.



Abb. 8. *S. mosellana* während einer Legepause. 4. 7. 56. Etwa 5mal vergr.

VI. Zahl der im Weibchen heranreifenden Eier

Klee (a. a. O., 24) sagt, daß er aus den Weibchen beider Arten 120–130 reife Eier freipräpariert hat. Wir konnten bei *tritici*-Weibchen nur 20–24 reife Eier und am 4. 7. 1954 bei der Präparation von 2 *mosellana*-Weibchen nur 23 bzw. 32 nahezu

legereife Eier, außerdem bei beiden Arten noch die doppelte Anzahl ganz unentwickelter Keime feststellen. Allerdings berichtet auch Reeher (1945), daß die von ihm im Felde erbeuteten und dann mit jungen Ähren gefangen gehaltenen *mosellana*-Weibchen je 80–90, im Höchsthalle sogar 133 Eier innerhalb 8–12 Tagen abgelegt haben.



Abb. 9. *C. tritici* und *S. mosellana* gleichzeitig bei der Eiablage an blühender Weizenähre. 7. 7. 55. Etwa 3 mal vergr.

VII. Andere Gallmücken an Weizenähren

Auch ohne mikroskopische Nachprüfung sind die Weibchen von *tritici* und *mosellana* an ihrer Färbung ohne Schwierigkeit zu unterscheiden. Mitunter aber -- so besonders Mitte Juli 1956 in Kitzeberg -- sahen wir an den Ähren

¹⁾ Wallengren (1935) hat in 12% der von *mosellana*-Larven besetzten Blüten gleichzeitig *tritici*-Larven gefunden.

zur Zeit des bereits abklingenden *mosellana*-Fluges gelbe Gallmücken, die aber bedeutend kleiner als *tritici*-Weibchen sind, und deren Legeröhre *mosellana*-artig ist. Die Eier werden ebenfalls in die Nähe der heranwachsenden Körner abgelegt; dort findet man später die kleinen orange gelben, oftmals fast durchsichtigen Larven mit rötlichem Darm auf den vertrockneten Resten der Staubgefäße oder Narben, auch im Barte des jungen Kornes. Die Weiterzucht gelang nicht, doch haben wir den Eindruck, daß die Larven vornehmlich saprophytisch leben, wenn wir sie auch einmal unter der etwas aufgeplatzten Schale eines Kornes gefunden haben. — Die Art konnte noch ebensowenig determiniert werden wie eine gleichzeitig mit ihr auftretende kleine schwarze Art, deren Legeröhre ebenfalls *mosellana*-artig ist. Praktische Bedeutung könnten diese beiden kleinen Arten nur haben, wenn sie als Wirtstiere für die parasitischen Schlupfwespen der Weizengallmücken eine Rolle spielten. Hierüber ist jedoch noch nichts bekannt (vgl. auch Barnes, 1956, 82–83).

Summary

Observations on oviposition of the both wheat midges *Contarinia tritici* Kirby and *Sitodiplosis mosellana* Géhin are compared with data published by other authors. Morphology of eggs and ovipositors, ratio of the sexes, flying period and habits of flight, oviposition and number of deposited eggs are discussed. — Two unidentified, smaller midges, the larvae of which also live in ears of wheat are mentioned.

Literatur

- Barnes, H. F.: Studies of fluctuations in insect populations. I. The infestation of Broadbalk wheat by the Wheat Blossom Midges (Cecidomyiidae). — Journ. animal ecol., **1**, 12–31. 1932.
- — The Wheat Blossom Midges. — New Biology, Nr. 14, 82–103, 1953.
- — Gall midges of economic importance. Vol. VII. Gall midges of cereal crops. London 1956.
- Doeksen, Ir. I.: De Tarwegalmuggen *Contarinia tritici* Kirby en *Sitodiplosis mosellana* Géhin (Diptera; Cecidomyiidae) i Nederland. — Versl. Techn. Tarwe Commissie. XII. Groningen 1938.
- Klee, H.: Zur Kenntnis der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin (*aurantiaca* Wagner). — Diss., Kiel 1936. 102 S.
- Mühlow, I.: Studier och försök rörande vetemyggorna *Contarinia tritici* Kirby och *Clinodiplosis mosellana* Géhin samt deras Bekämpande. I. Vetemygg-larvernans skadegörelse i Sverige åren 1931–1934 samt studier över olika vetesorters angreppsgrad. — Statens Växtskyddsanst. Meded. No. 10. Stockholm.
- Reeher, M. M.: The wheat midge in the Pacific Northwest. — Circ. U.S. Dep. Agric., no. 732, 8 pp., 1945.
- Stellwaag, F.: Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. — Berlin 1921.
- Svårdson, G.: Studier och försök rörande vetemyggorna *Contarinia tritici* Kirby och *Clinodiplosis mosellana* Géhin. — Statens Växtskyddsanst. Mededel. No. 31, Stockholm 1940.
- Tomaszewski, W.: Cecidomyiden (Gallmücken) als Grasschädlinge. — Arb. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstw. **19**, 1–16, 1931 (1932).
- Wallengren, H.: Studier över vetemyggorna (*Contarinia tritici* Kirby och *Sitodiplosis mosellana* Géhin). I. Kläckning, svärmning, larvernans intrafloral liv och utvandring. — Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. **2**, **30**, Nr. 4, 1–71, Lund 1935.

Oscinella frit L. and closely allied species in England and Germany

by W. F. Jepson and I. W. B. Nye¹⁾

Imperial College Field Station, Sunninghill, Berkshire

With 2 Figures

Introduction

The identity of a number of species of the genus *Oscinella* Latreille, whose larvae are well-known stem borers in cereal crops in most European countries, has long been subject to considerable confusion. The common pest of spring oats in England, winter barley in Germany and winter and spring wheat in Russia, is usually referred to as *Oscinella frit* L. The synonymy of this species, according to Duda (1933) embraces the all black forms, typical of the early spring emergence in England, and probably described by Meigen as *O. nigerrima*. At the other end of the scale are the light-legged forms, which occur typically in the summer in Germany and which are generally referred to *O. pusilla* Mg. In England a larger (3.0 mm) species with extensive yellow colouration on the mid tarsi was bred from young wheat plants and was referred by Collin (1946) to *O. vastator* Curtis. During a study of the ecology of the Frit Fly which has been progress for some years at the Imperial College Field Station, this species has appeared constantly in association with perennial ryegrass, *Lolium perenne*. It was therefore decided to examine the adults and larvae bred from various wild host grasses as well as from cereals. The results of these studies, a large proportion of which formed the theme of a Ph.D. thesis (Nye 1955), are presented in this paper, in as far as the important economic genus *Oscinella* has been extracted from the complete work. The salient characters of Chloropid larvae were first systematised by Mesnil (1935), who drew the fine distinctions between the form of the facial masks and of the arrangement of the ventral segmental rows of denticles or spicules.

Material and Methods

The larval characters are best seen in living specimens viewed under high power magnification (objective $\frac{1}{4}$ "-6.3 mm and $\times 10$ eyepiece) by critical transmitted light. Mounts may be made in soda water (sprudelwasser), which immobilises the larvae, and they are sufficiently robust to be manipulated by rolling under the coverslip. Opaque specimens may be killed by gentle heat and mounted semi-permanently in 80% chloral hydrate solution and permanently in Phenol-balsam. Adults are best mounted dry as the degree of pollination or dusting of the frontal and ocellar triangles is only properly visible in this manner.

Since there are only seven species and varieties of *Oscinella* included in the present paper, of which only two, *O. frit* and *O. pusilla*, are of known economic importance, a key will be omitted and in its place fairly full combined notes on the diagnostic features of the adults and larvae of each of the forms will be given.

For the taxonomy of adults of the genus *Oscinella* we follow Collin (1946). The flies are characterised by the squarish unproduced vibrissal angles, the shining undusted frontal triangle and the general black colour of the body. Specific differences mainly concern the amount of yellow colouration of the legs.

¹⁾ Now at the Commonwealth Institute of Entomology.

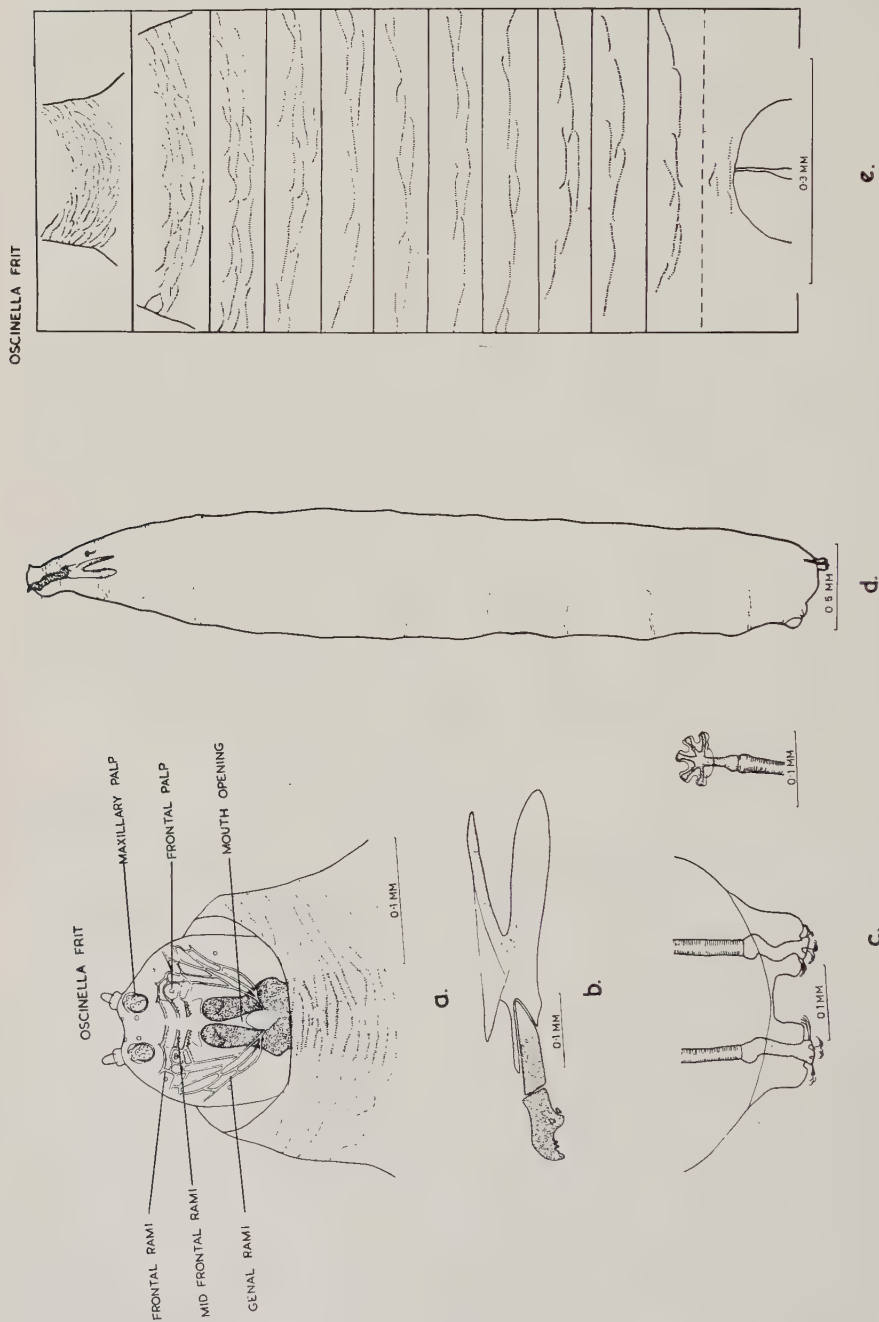


Fig. 1. *Oscinella frit* L. a. Head and Facial mask showing terms used in text. b. Cephalopharyngeal skeleton of 3rd Stage Larvae. c. Anterior and Posterior spiracles of 3rd Stage Larva. d. Side view of 3rd stage Larva showing sites of spicular bands. e. Ventral map of spicules of 3rd Stage Larva.

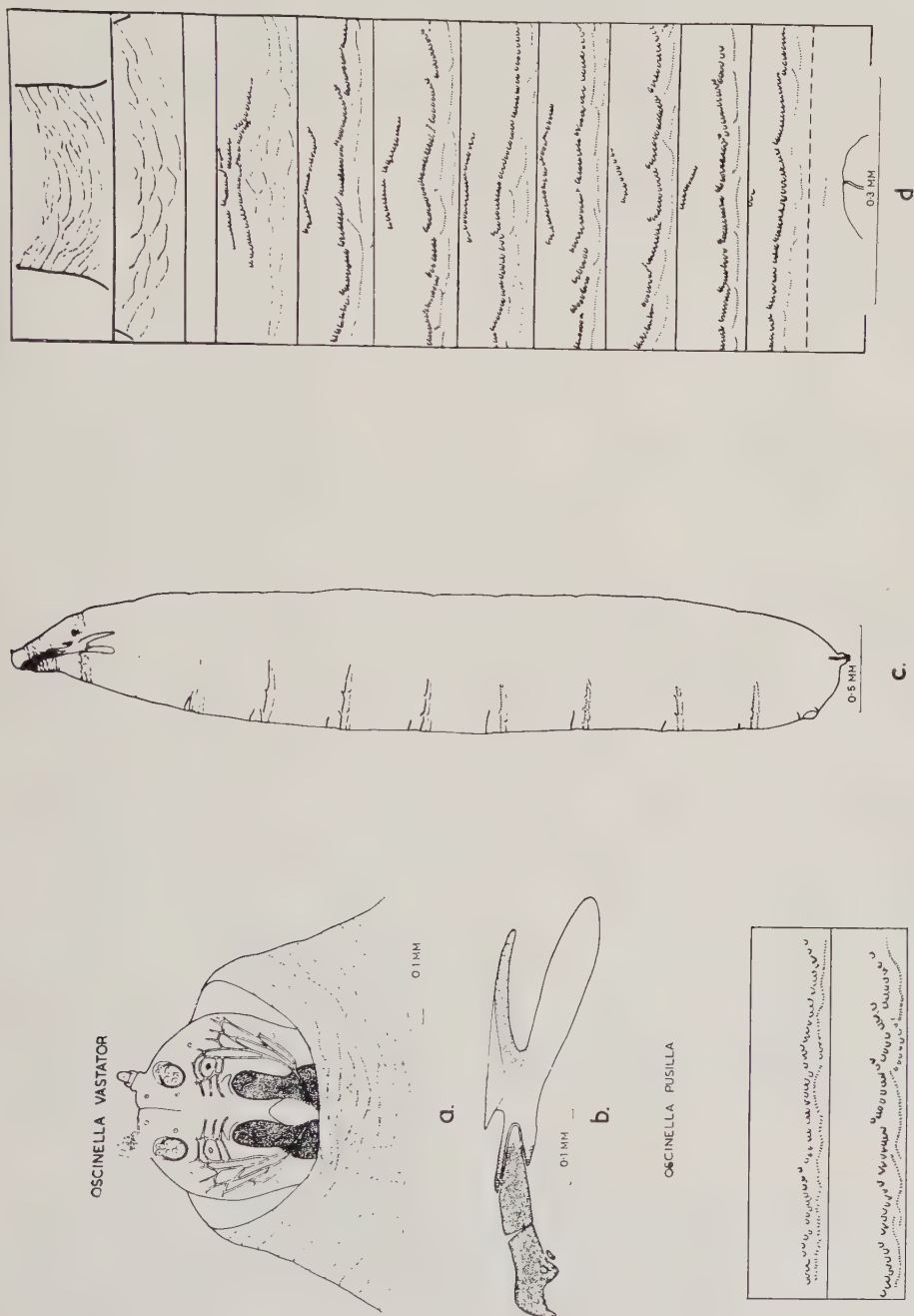


Fig. 2. *Oscinella vastator* Curtis. a. Head and Facial Mask. b. Cephalopharyngeal skeleton. c. Side view of 3rd Stage Larva showing sites of spicular bands. d. Ventral map of Spicules of 3rd Stage Larva. Inset. *Oscinella pusilla* Mg. (?) Ventral map of spicules on abdominal segments 2 and 3 of 3rd Stage Larva.

Revised Species

The larvae of *Oscinella* are characterised by a facial mask of the type shown in Figures 1 and by the small fan-like anterior spiracles with 4-7 simple digitations. Variations within the genus mainly concern the extent of development of the dermal bar-like thickenings or rami which form a reticulum of more or less well defined cells on the frontal and genal areas. The larvae of *Oscinella* can only be confused with those of *Conioscinella* in which all the "rami" are minutely toothed, and with *Palloptera* whose larva has darkly sclerotised posterior spiracles and prominent swollen antennal bases.

We have been able to list

Species or Form	Main Host Grass
<i>Oscinella frit</i> L.	Oats and <i>Agrostis tenuis</i>
<i>O. frit</i> form from <i>Arrhenatherum</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>
<i>O. frit</i> form from <i>Anthoxanthum</i>	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<i>O. nitidissima</i> Mg.	<i>Agrostis tenuis</i>
<i>O. vastator</i> Curtis	<i>Lolium perenne</i>
<i>O. albiseta</i> Mg.	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>O. trochanterata</i> Collin	<i>Phalaris arundinacea</i> .

Oscinella frit L.

The larval features are shown in Figure 1. The facial mask is subject to some variation in development of the toothings of the midfrontal rami. The cells fore and aft of the frontal palp may also be fringed with serrations. At the other extreme, all rami may be free from distinct teeth, approaching the completely plain rami of *O. vastator* (Fig. 2). The ventral spicules are usually quite distinctive in being uniform, small and pointed, at most a few broader spicules anteriorly on one or more of the segments. Individual variations consist in the reduction of the rows on the posterior abdominal segments. All specimens from oats as well as those from winter barley and rye in Germany agree in these characters.

The variation in leg colouration of the adults, which perhaps accounts for many of the 15 synonyms by Duda (1933), has been investigated in some detail, and Choyce (1952) defined three more or less distinct types:

Type A (*O. nigerrima* Macq.?). All black, legs sometimes ferrugineous, black tarsi. Many of the specimens sent by Dr. Buhl from spring oats in Kiel in May 1957 consisted of this type.

Type B (Dark Frit). All black except for less than $\frac{1}{5}$ of the mid tibiae yellow. Tarsi tawny or yellowish.

Type C (Typical Summer Frit). Abdomen may be dark brown, fore tibiae up to $\frac{1}{3}$ yellow distally, up to $\frac{1}{4}$ of the distal end of the mid-tibia yellow. All tarsi light.

In breeding experiments using young oat plants as the host, Choyce found that the progeny of Type A parents kept under high constant temperatures (27° C) belonged to all three types, some individuals emerging with the more extensive yellow leg colouration of *O. vastator* and even that of *O. pusilla* (q.v.).

O. frit form from *Arrhenatherum*

For some years we have taken *Oscinella* in the last week in April which have been referred to *O. frit* Type A, in grass headlands at the end of May, larvae are found in *Arrhenatherum elatius* which are quite distinct from *O. frit*. The larva occurs in the topmost node of the flowering shoot, and is often distinctly yellowish in colour. The facial mask can be recognised in most individuals by the possession of 3 extra stout teeth on the 3rd posterior mid-frontal ramus. In addition, the fine spicule rows on the 3rd thoracic segment are markedly reduced to 2 broken lines. On abdominal segments 2-8 the most anterior spicules are broader, sparser, and triangular or irregularly rounded. There is never more than one row of these

larger spicules which are not arranged in marked arcuate groups as described for *O. nitidissima* and *O. pusilla*.

Adults bred from *Arrhenatherum* are large, perhaps more coarsely punctate on the mesoscutum, with the 3rd antennal segment large and nearly circular. The name *O. nigerrima* Macq., sunk by Duda as a synonym of *O. frit* has been used for this form, though Mr. J. E. Collin is not satisfied that it is the same as the species known to him under that name. The females will not lay on oats in captivity and it is probably a distinct species. It does not seem to be the same as Mesnil's *O. agropyri* since the ocellar triangle is not smooth.

O. frit* form from *Anthoxanthum

This larva can be confused with that of *O. vastator*, for the spicules on the 3rd thoracic segment are absent or reduced to a short row of about 10 spicules. The facial mask closely resembles *O. vastator* with the mid-frontal rami untoothed and at most slightly wavy. The abdominal spicules are the same as in *O. frit* form from *Arrhenatherum*, the enlarged anterior row being single, the spicules triangular and somewhat sparse and irregularly placed.

The adult is quite indistinguishable at present from *O. frit* types A or B.

***O. nitidissima*, Mg.**

The larva of this small frit-like species was found in winter by Nye principally in shoots of *Agrostis tenuis*. The larva is distinguished with some difficulty from that of *O. frit* form from *Arrhenatherum* but in the facial mask the rami tend to be reduced. The anterior mid-frontal rami and cells are often fragmented and the number of genal cells is reduced, especially towards the mouth opening. On the abdomen the broad spicules tend to form arcuate groups in the well marked anterior row on each segment.

Recognised by Collin (1946) as a distinct species, the distinction is most easily seen when the adults rest in numbers on a patch of their main host plant, *Agrostis tenuis*, during early May and again in September in England. Some of the flies are minute, less than 2 mm the prothorax is more convex than *O. frit* and is brilliantly polished and devoid of dusting or microchaetae. The legs have a tawny area at each end of the mid tibiae rather as in *O. vastator*.

***O. vastator* Curtis (Fig. 2)**

The very distinct larva of this species was first found at Silwood Park by Iley in 1950 in a shoot of *Festuca rubra*, but its principal hosts are undoubtedly the rye grasses *Lolium perenne* and *L. italicum*. The facial mask has quite plain unserrated mid-frontal rami, the frontal and genal cells are distinct and complete in number (about 8 closed cells as in *O. frit*) and the abdominal spicules are clearly differentiated. The larger broader anterior spicule band consists of broadly rounded or sometimes almost square ended spicules. A partial additional row is found widely separated and anterior to the other rows. The posterior spiracles are carried out from the spiracular lobes on an extra projection or small "boss", a condition also seen in many specimens of *O. frit* form from *Arrhenatherum*.

The adult is found in association with *O. frit* in rye grass leys, forming nearly 50% of all flies swept during June and July. It is seldom taken within an oatfield. Somewhat larger on the average than *O. frit*, the only constant distinction is in the legs which appear more yellow. Tibia I is often quite yellow and Tibia II has the ends so broadly yellow that the middle black portion appears as a band in many specimens.

***O. pusilla* Meigen (?)**

This species is constantly recorded in the Continental literature as a pest of cereals associated with *O. frit* of which it has often been considered as a yellow legged variety. The larval material sent by Dr. Bühl from winter rye at Kiel fell sharply into 2 groups, one of which was typical *O. frit*. The second group, referred to here provisionally as *O. pusilla*, agrees quite well with Mesnil's *O. grossa*, the chief feature being the sweeping arcuate rows of large, closely set rounded spicules on the abdominal segments, in addition to the usual rows of small pointed spicules. The extra separate anterior row of larger rounded spicules, found in *O. vastator* is absent in *O. pusilla*? (Fig. 2, d).

The plain rami on the facial mask recall *O. vastator* but the whole mask appears more regular, with the frontal palp cell slightly elongated and polygonal. The reduction of spicules on thoracic segment 3 has not proceeded quite so far as in *O. vastator* in which they are usually quite absent. We have only seen one comparable specimen from larval collections in England, and only rarely have adults of *O. pusilla*, which have Tibia I and II completely yellow with Tibia III also broadly yellow at each end, been caught in the course of our work. In Germany, Professor Blunck informs us that *O. pusilla* is often regarded as a summer form of *O. frit*. Unfortunately, all adult material sent by Dr. Bühl from both 1956 generations proved to be typical *O. frit*, though our colleague, Dr. Southwood, has found certain differences between the male genitalia in the English and German material.

O. albiseta Meigen

Larvae of this species were found and described by Nye only from *Dactylis glomerata* from which Mesnil (1935) had also bred the flies. The larva is characterised by a facial mask with more pronounced toothings of the mid-frontal rami and of the frontal cell margins. The fine pointed spicules on thoracic segment 3 are reduced to two rudimentary groups of about 10–20. The abdominal spicules are unlike those of the other *Oscinella* species, forming 3–5 rows of broken linear groups of spicules which are slightly larger than the fine pointed spicules of *O. frit*. The adult fly, which is slightly larger than *O. frit*, is at once recognised by the handsome rather bushy white arista. The closely allied *O. maura* Fallen has a thin white setose arista.

O. trochanterata Collin

The very distinctive larva, with a greatly reduced number of mid frontal rami and of cells in the facial mask, and with multiple irregular rows of large rounded ventral spicules is found only in *Phalaris arundinacea*. The adult, named in error as *O. gracilior* de Meij. by Mesnil is distinguished from the remaining species considered here by the yellow trochanters and tips of the femora.

Much careful breeding work and grass stem dissection is still necessary to settle the specific status of the forms of *O. frit* and *O. pusilla*. It is, of course, possible that they are biological forms induced by isolation on specific food plants, the relative development of the facial and spicular characters being hormone regulated, with retention of juvenile characters from earlier instars. We would rather suggest that this is an example of adaptive radiation in a rapidly evolving group of the *Chloropidae* associated with the peculiar complex habitat offered by mixed grass swards.

Zusammenfassung

Die Aufgabe eine Anzahl sehr nahe verwandter Larven von *Oscinella*, die in Getreide und in wilde Gräser einbohren, hat zu der Absonderung vor 5 Arten geführt, die in Süd-England einheimisch sind, d. h. *O. frit* L., *O. vastator* Curtis, *O. nitidissima* Mg., *O. albiseta* Mg. und *O. trochanterata* Coll., eine Art, die vorläufig *O. pusilla* Mg. von Kiel zugewiesen ist und 2 Formen, die mit *O. frit* sehr nahe verwandt sind aber die nach Meinung der Verfasser als verschiedene Arten betrachtet werden sollten, d. h. *O. frit* form from *Arrhenatherum* und *O. frit* form from *Anthoxanthum*.

Die Verallgemeinerung der Merkmale sichtbar in ventraler Richtung ist zu berücksichtigen und insbesondere die Lagerung von „Rami“¹⁾ und Zellen in der Gesichtsmaske und in der Zusammensetzung der bauchseitigen stacheligen Bänder.

Literature

- Balachowsky, A. et Mesnil, L. 1935: Les Insects nuisibles aux Plantes cultivées. Vol. I. Busson, Paris.
 Choyce, M. A. 1952: Investigations on *Oscinella frit* L. Thesis for Diploma of Imperial College (unpublished).
 Collin, J. E. 1946: The British genera and species of *Oscinellinae* (Diptera, *Chloropidae*). — Trans. Roy. Ent. Soc. Lond. **97**, 117–148.

¹⁾ Rami. Namengebung durch Jepson wegen der rahmenartigen sklerotierten Verdickungen der den Mund umgebenden Haut.

Iley, D. A.: Unpublished communication.

Mesnil (1935): This refers to Balachowsky et Mesnil L. 1935 (above).

Nye, I. W. B. 1955: Ph. D. Thesis, London University (unpublished).

Acknowledgments

This work has been carried out with the aid of a grant from the Agricultural Research Council for whose support the author's thanks are due. To Miss Valerie Williams we are much indebted for assistance with the illustrations of this paper.

Klärende Untersuchungen über das Auftreten von Blütengallmücken an der Wiesenrispe *Poa pratensis* L. in Deutschland

Von E. Mühle

(Aus dem Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig)

Mit 9 Abbildungen

Über das Auftreten von Blütengallmücken an der Wiesenrispe *Poa pratensis* L. ist bisher vor allem von v. Oettingen (1929, 1930 und 1931), Tomaszewski (1931), Jones (1940) und Mühle (1940 und 1944) berichtet worden. Während uns v. Oettingen und Tomaszewski mit der Gelben Wiesenrispengallmücke *Contarinia poae* Tom. bekannt gemacht haben, verdanken wir Jones die Beschreibung von *Sitodiplosis cambriensis*.

Mühle (1944a) hat bei seinen Untersuchungen zunächst die Feststellungen von v. Oettingen und Tomaszewski bestätigen können. Daneben fand er in den *Poa*-Beständen von Steinach b. Straubing eine zweite Art, die er zunächst zur Gattung *Dasyneura* stellte. Nach Bekanntwerden mit der Arbeit von Jones glaubte er jedoch, diese Art ebenfalls als *Sitodiplosis cambriensis* Jones identifizieren zu können (Mühle 1944b). Die Kriegsverhältnisse ließen aber damals eine völlig eindeutige Klärung der Sachlage nicht zu.

Im Jahre 1956 konnten die Untersuchungen über die noch nicht endgültig geklärte Frage nach der Zugehörigkeit der zweiten in Deutschland festgestellten Blütengallmücke von *Poa pratensis* L. an ihrem hauptsächlichen Fundort in Steinach wieder aufgenommen werden. Dabei gelang es, neben *Contarinia poae* auch von der zweiten von uns früher beobachteten Art wieder Imagines und Larven in großer Zahl zu fangen. Die sofort durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß es sich bei dieser zweiten Art nicht, wie in dem Nachtrag zu der im Jahre 1944 erschienen Arbeit mitgeteilt worden ist, um die von Jones beschriebene *Sitodiplosis cambriensis*, sondern tatsächlich um eine *Dasyneura*-Art handelt.¹⁾ Diese Feststellung wurde von Barnes²⁾ auf Grund des ihm zur Nachbestimmung übersandten Materials eindeutig bestätigt, so daß nunmehr von der Wiesenrispe *Poa pratensis* L. 3 Gallmückenarten bekannt geworden sind.

Die neue Art, die als *Dasyneura poae* n. sp. bezeichnet werden soll, ist durch folgende Merkmale charakterisiert:

¹⁾ Nach einer mdl. Mitteilung von Herrn Bollow (München) und nach den Ende Mai 1957 von meinem Mitarbeiter, Herrn Fröhlich, durchgeführten Untersuchungen konnte inzwischen auch *Sitodiplosis cambriensis* Jones in Bayern gefunden werden.

²⁾ Briefliche Mitteilung vom 13. 9. 1956. Herrn Dr. Barnes sei auch an dieser Stelle für seine Bemühungen herzlich gedankt.

Imagines: Gesicht, Hinterkopf und Fühler braungelb, Taster gelb, Rückenschild dunkelbraun, restlicher Teil des Thorax gelbbraun.

Taster viergliedrig (Abb. 1). Seitenaugen decken den größten Teil der Kopfseiten und sind durch eine Augenbrücke verbunden. Fühler 2 + 10gliedrig. Jedes der Geißelglieder besteht beim Männchen aus einem etwas langgestreckten Knoten und einem etwas längeren Verbindungsstück. Das erste Geißelglied sitzt jedoch ohne ein derartiges Verbindungsstück an dem zweiten Basalglied. Die Knoten sind am unteren Ende mit einem Haarwirtel besetzt und tragen in der oberen Hälfte unregelmäßig angeordnete Papillen mit kurzen



Abb. 1. Kopf des Weibchens.



Abb. 2. Geißelglieder vom Fühler des Männchens.

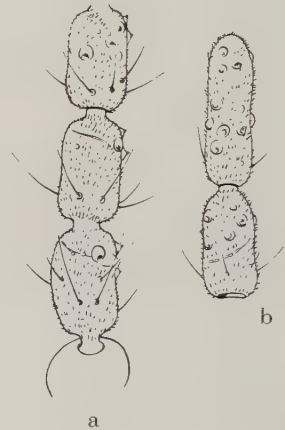


Abb. 3. a) Geißelglieder vom Fühler d. Weibchens. b) Fühlerendglied.

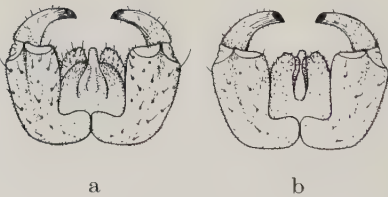


Abb. 4. Zange vom Männchen. a) von unten; b) von oben.

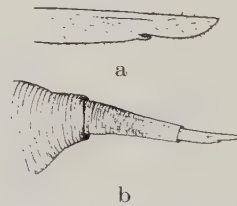


Abb. 5. a) Legeröhre des Weibchens; b) Spitze der Legeröhre, stark vergrößert.

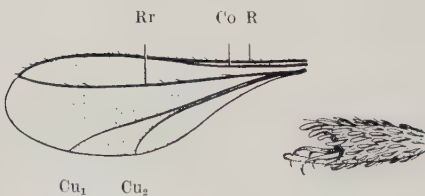


Abb. 6. Flügel des Weibchens.



Abb. 7. Krallen mit Empodium.



Abb. 8. Hinterende der Larve.



Abb. 9. Spatula sternalis.

Stiftchen. Daneben sind noch sehr dünne Haarbögen zu erkennen. Beim Weibchen sitzen die einzelnen Geißelglieder dicht beieinander, jedes trägt gleichfalls am unteren Ende einen Haarwirtel, in der oberen Hälfte unregelmäßig angeordnete Papillen mit kurzen Stiftchen und einen dünnen Haarbogen. Das Endglied ist $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie das vorletzte Glied, in der Mitte etwas eingeschnürt und am Ende leicht zugespitzt. Sowohl beim Männchen als auch beim Weibchen sind die einzelnen Fühlerglieder dicht mit Mikrotrichen besetzt (Abb. 2 u. 3).

Das Abdomen ist bräunlichrot, die Zange des Männchens bräunlich, das Basalglied spärlich mit längeren Haaren und dicht mit Mikrotrichen besetzt. Das Klauenglied ist fein behaart und endet mit einer nagelähnlichen, dunkel gefärbten Chitinplatte. Beide Tergitlappen, sowohl der vordere als auch der hintere tragen einen tiefen Einschnitt (Abb. 4). Die Legeröhre des Weibchens ist langgestreckt, die Spitze mit kurzen, abstehenden Haaren besetzt (Abb. 5).

Die Flügel sind normal behaart, der Radius (R) mündet vor der Mitte des Flügels in die Costa (Co), der Ramus radii (Rr) ist leicht gebogen. Bei seiner Mündung in die Randader an der Flügelspitze ist der Flügelrand etwas eingekerbt. Der Cubitus (Cu) ist gegabelt (Abb. 6).

Die Beine sind gelblich, die Krallen stark gebogen, mit einfachem Krallenzahn. Das Empodium ist länger als die Krallen (Abb. 7).

Die Länge des Körpers beträgt in beiden Geschlechtern etwa 1,8 mm.

Larve: Ausgewachsen 2–2,5 mm lang, orangerot, mit abgeplattetem Körper. Das Analsegment trägt 3 bedornete Terminalpapillen (Abb. 8). Die Gabelränder vom Discus der Spatula sternalis sind unregelmäßig gestaltet (Abb. 9).

Neben den morphologischen Untersuchungen wurden von uns auch klärende biologische Beobachtungen durchgeführt und erfolgreiche Bekämpfungsversuche eingeleitet. Darüber soll jedoch erst nach dem endgültigen Abschluß der Arbeiten berichtet werden.

Zusammenfassung

Unter Bezugnahme auf 2 frühere Veröffentlichungen des Verfassers (Arb. physiol. ang. Entomologie **11**, 1944, p. 32–40 u. 157) wird auf Grund neuer Untersuchungen festgestellt, daß in Deutschland an *Poa pratensis* L. neben *Contarinia poae* Tom. und *Sitodiplosis cambriensis* Jones, auch *Dasyneura poae* n. sp. als Blütengallmücke auftritt. Die neue Art wird eingehend beschrieben.

Summary

With reference to two previous publications of the author (Arb. physiol. ang. Entomologie **11**, 1944, p. 32–40 and 157) it is found on the basis of recent investigations that in Germany on *Poa pratensis* L. besides *Contarinia poae* Tom. and *Sitodiplosis cambriensis* Jones also *Dasyneura poae* n. sp. occurs as flower gall midge. The new species is described in detail.

Literatur

- Jones, D. P. (1940): Gallmidges (*Cecidomyiidae*) affecting gras-seed production in Mid-Wales and West Shropshire, together with descriptions of two new species. — Ann. Appl. Biol. **27**, 533–544.
- Mühle, E. (1940): Die schädlichen Gallmücken des deutschen Grassamenbaues und ihre Bekämpfung. — Die kranke Pflanze **17**, 1–5.
- (1944a): Zur Frage des Auftretens von Gallmücken in Grassamenbeständen. Arb. physiol. angew. Entom. **11**, 32–40.
- (1944b): Nachtrag zur Frage des Auftretens von Gallmücken in Grassamenbeständen. — Arb. physiol. angew. Entom. **11**, 157.

- Oettingen, H. v. (1929): Die Rispengrasgallmücke, ein bisher unbekannter Schädling. 3. Wanderversammlung Deutscher Entomologen.
 — — (1930): Die Rispengrasgallmücke. — Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkultur **48**, 111–113.
 — — (1931): Über einen unbekannten Schädling des Wiesenrispengrases. — Nachr.bl. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes **11**, 29.
 Tomaszewski, W. (1931): Cecidomyiden (Gallmücken) als Grasschädlinge. — Arb. aus der Biol. Reichsanst. **19**, 1–15.

Die Prognose von Fichtennestwicklerschäden (*Epiblema tedella* Cl.)

Von B. Ohnesorge

(Aus der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt — Abt. B, Göttingen)

Der Fichtennestwickler *Epiblema tedella* Cl. fraß im Herbst 1955 auf dem Dörenberg (300 m über NN) im Teutoburger Wald rund 50 ha Fichtenbestände kahl mit dem Erfolg, daß auf rund 10 ha nahezu alle Stämme eingingen. Da eine Wiederholung des Fraßes in gleicher Stärke vermutlich die Vernichtung auch der restlichen befallenen Bestände des Dörenberges zur Folge gehabt hätte, führte der Verfasser Prognose-Arbeiten durch mit dem Ziel, die räumliche Ausdehnung und die Intensität des zu erwartenden Schadens im voraus abzuschätzen und auf Grund des Befundes zu entscheiden, ob der Schädling bekämpft werden solle oder nicht. Die Aufgabe war insofern schwierig, als bisher keine Verfahren für die Prognose von Nestwicklerschäden ausgearbeitet waren und die meisten Grundlagen fehlten.

Es kam darauf an, die einzelnen Komponenten, aus denen die Beschädigung der Fichten resultiert, zu erfassen. Es sind dies:

- a) Die Populationsdichte der Raupen während der Fraßzeit,
- b) der Nahrungsverbrauch der einzelnen Raupe,
- c) die vorhandene Nadelmasse.

Der relative Nadelverlust (in Prozenten) errechnet sich aus diesen Größen nach der Gleichung $\frac{a \times b}{c} \times 100$.

Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen¹⁾:

1. Voraussage der Schädlingsdichte

Wahl des Zeitpunktes: Probesuchen nach forstlichen Großschädlingen werden im allgemeinen im Winter durchgeführt. Aus mehreren Gründen wäre das im vorliegenden Falle jedoch sehr ungünstig gewesen.

Die Raupen des Nestwicklers sind während der kalten Jahreszeit zum großen Teil in der Bodenstreu versteckt und wegen ihrer Kleinheit dort schwer zu finden (hohe Kosten des Suchens und großer Suchfehler); außerdem verbleibt ein wechselnder Anteil von ihnen in den Kronen. Vor allem ist aber

¹⁾ An dieser Stelle sei den Herren Reviervorwaltern, Herrn Forstmeister Tourneau (staatl. Forstamt Palsterkamp) und Herrn Forstmeister Behrndt (Forstamt der Landwirtschaftskammer Osnabrück) für ihre tatkräftige Unterstützung der Arbeiten herzlich gedankt.

zwischen Winterruhe und Fraßzeit eine offenbar mitunter sehr hohe vorzeitige Faltermortalität eingeschaltet (Kalandra 1943, Schedl 1951), die den Verlauf der Gradation entscheidend beeinflussen kann. Im Hochsommer dagegen, nach der Eiablage, entfallen diese Nachteile. Auch können die Prognose-Arbeiten dann noch rechtzeitig durchgeführt werden, weil sich die Raupen sehr langsam entwickeln.

Nach Schedl (1951) braucht die Eiraupe des Wicklers bis zu 20 Tage, um ihre erste Nadel auszuhöhlen. Für die 2. Nadel werden im Mittel rund 8, für die 3. und 4. je 5 Tage benötigt. Bis zum Eintritt ernsterer Schäden vergehen also mehrere Wochen.

Daher wird die Populationsdichte am besten an den ersten fressenden Stadien, also den Junglarven, ermittelt. Auf dem Dörenberg wurden die Arbeiten in der zweiten Augushälfte durchgeführt, als sich die Raupen in ihrer Mehrzahl in die jeweils zweite Nadel eingebohrt hatten. Zu diesem Zeitpunkt war die Unsicherheit im Abschätzen der noch ausstehenden Mortalität so weit wie möglich ausgeschaltet; die Fraßspuren waren schon gut zu erkennen, dementsprechend blieb der Zeitaufwand beim Suchen gering. Andererseits war der eigentliche Schadfraß erst in 3–4 Wochen zu erwarten. Ist der Befall sehr ausgedehnt, müssen die Suchen früher — zur Zeit der Eiruhe — durchgeführt werden, damit gegebenenfalls die dann notwendigen umfangreichen Bekämpfungsmaßnahmen noch rechtzeitig vorbereitet werden können. Man muß dann allerdings in Kauf nehmen, daß die Suche nach den Eiern und Eiraupeu erheblich mehr Mühe macht und vermutlich auch weniger sichere Ergebnisse zeitigt.

Sammeltechnik: Das gesamte bedrohte Gebiet wurde mit einem Netz von Suchstellen überzogen (je eine auf 2–3 ha). An jeder Stelle wurde von 3 bis 5 Stämmen je eine Zweigprobe mit 30–60, im Mittel rund 50 Maitrieben aus der unteren Kronenhälfte untersucht.

Da zu diesem Zeitpunkt die Raupen einigermaßen gleichmäßig verteilt waren (Untersuchung von frischen Windwurfstämmen), konnte sich die Entnahme der Proben auf die untere Kronenhälfte beschränken. Die Zweige wurden mit Hilfe von Stangenscheren abgeschnitten. In älteren Beständen wurden jeweils mehrere Baumkronen von einer Einstangenleiter, die an einen Stamm geschnallt war, aus „beerntet“.

Ermittlung der Raupendichte: An jeder Zweigprobe wurde die Zahl der Fraßstellen (Nester) ermittelt und mit der Zahl der Raupen gleichgesetzt. Dieses Verfahren ist nur zu einem frühen Stadium der Larvenentwicklung berechtigt, denn die Raupe des Nestwicklers legt im Laufe ihres Lebens mehrere Nester an. Auf jeden Fall muß an Hand von Stichprobenkontrollen festgestellt werden, welcher Anteil der Fraßstellen von Raupen besetzt ist. Im vorliegenden Fall ergab sich, daß 20–30% keine Raupen enthielten; andererseits befanden sich in etwa 10% jeweils 2 Raupen, so daß die Zahl der Raupen um rund 10–20% kleiner war als die der Nester. Da jedoch mit einem kleinen Übersiehfehler gerechnet werden mußte, wurden diese 10 bis 20% als Ausgleich dafür gewertet.

Es bleibt die Frage, ob die Wicklerpopulation vom Suchzeitpunkt an bis zum Hauptfraß noch eine ins Gewicht fallende Mortalität erleidet. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann diese Frage verneint werden, denn die Raupen dürften — wenigstens während der ersten Stadien — vor Räubern weitgehend geschützt sein. Parasiten, von denen sie bereits während der Fraßzeit getötet werden, sind bis jetzt nicht bekannt.

Auf dem Boden liegende „Absprünge“ sind namentlich dann, wenn der Fraß schon weiter fortgeschritten ist, oft um das 4–10fache dichter besetzt als die über ihnen befindlichen Baumkronen. Vermutlich werden Raupen, die während der Fraßzeit umherwandern, vom Winde leicht auf den Boden geweht, finden den Weg nicht mehr in die Krone zurück und befallen nun alles zum Fraß geeignete Material, das sie am Boden finden. Dabei ballen sie sich dort zu abnorm hoher Dichte zusammen. Aus diesem Grunde kann durch die Untersuchung von Absprüngen in Althölzern nicht das Werfen von Probestämmen oder das Besteigen der Bäume erspart werden, wenn man ein zutreffendes Bild von der wahren Befallsstärke erhalten will.

2. Der Nahrungsverbrauch der Raupen

Schedl (1951) schätzte die Zahl der Nadeln, die von einer Raupe ausgehöhlt werden, auf 16, da in dem Kärntener Untersuchungsgebiet in keinem Wickler-Nest eine größere Anzahl gefunden wurde. Dieser Wert erschien reichlich niedrig. Für die Prognose des Befalles auf dem Dörenberg wurde daher zur Sicherheit mit einem 2–3mal so großen Nahrungsverbrauch der einzelnen Larven gerechnet — ein Schätzwert, der durch Zuchten nachträglich überprüft und bestätigt wurde. Die im Laboratorium gehaltenen Raupen verzehrten jeweils 20–60 Nadeln. Die großen individuellen Unterschiede kamen dadurch zustande, daß die Nadeln einerseits eine von Versuch zu Versuch unterschiedliche Größe besaßen und andererseits in vielen Fällen nur zum Teil verzehrt wurden. Im Mittel dürften wohl von einer Nestwicklerraupe ungefähr 40 Nadeln zerstört werden.

Die Nahrungsmenge, die an einem durchschnittlich dicht benadelten Maitrieb einen Abschnitt von rund 2,5 cm Länge einnimmt, soll im folgenden als eine „Portion“ bezeichnet werden.

3. Das Abschätzen der Benadelung und die Berechnung des relativen Nadelverlustes

Die Größe der vorhandenen Nadelmasse wird für Prognosezwecke am besten in den oben definierten Einheiten, den „Portionen“, ausgedrückt. Sie kann auf folgende Weise abgeschätzt werden:

1. Zunächst wird die Zahl der Portionen an den Maitrieben ermittelt.

Hierzu werden die Maitriebe einer Zweigprobe gezählt und in ihrer Gesamtheit einer Stärkekategorie zugewiesen, deren Nummer (1, 2, oder mehr) angibt, wieviele Portionen ein einzelner Trieb enthält. Bei normaler Benadelung werden 2,5 oder, wenn man sicher gehen will, 3 lfd. cm als eine Portion gewertet.

Die Maitriebe einer Zweigprobe sind in der Regel nicht alle gleich groß. Sie können jedoch gemeinsam derjenigen Klasse zugewiesen werden, der die Mehrzahl von ihnen angehört. Einzelne „Ausreißer“, etwa besonders lange Spitzentriebe oder besonders schwache Schattentriebe, werden doppelt bzw. halb gezählt.

2. Die Menge der Altnadeln wird mit der Menge der Maitriebnadeln verglichen, und es wird abgeschätzt, in welchem Größenverhältnis sie zu der zweitgenannten Größe steht; ob sie also z. B. 50%, 100% oder 150% davon beträgt. Danach läßt sich die Zahl der Altnadelportionen berechnen.
3. Die Summe Maitrieb-Portionen plus Altnadel-Portionen ergibt den gesammelten Nahrungsvorrat einer Zweigprobe, der den *tedella*-Raupen zur Verfügung steht.

Wird sie zu der Zahl der in der gleichen Probe gefundenen Raupen ins Verhältnis gesetzt, so errechnet sich daraus der zu erwartende Nadelverlust.

Der Gang der Rechnung soll an einem Beispiel erläutert werden:

Eine Zweigprobe ist in die Maitriebstärkeklasse 2 eingestuft worden. Sie enthält 60 Maitriebe. Die Altnadelmenge beträgt nur rund 50% der Maitriebeblennadeln. In der Probe sind 45 Raupen gefunden worden. Die Zahl der Portionen beträgt dann an den Maitrieben $60 \cdot 2 = 120$, an den Altnadeln $\frac{120 \cdot 50}{100} = 60$, zusammen also 180.

Der zu erwartende Nadelverlust in Prozent errechnet sich:

$$\frac{45}{180} \cdot 100 = 25\%.$$

Diese Rechnung muß für jede Zweigprobe bzw. für jeden untersuchten Stamm gesondert durchgeführt werden. Sie wird sehr erleichtert, wenn man die Ergebnisse der Suchen in eine vorgeschriebene Liste einträgt und nach einem bestimmten Schema verfährt.

Beispiel:			Liste			
Sp. 1	Sp. 2	Sp. 3	Sp. 4	Sp. 5	Sp. 6	Sp. 7
Maitrieb- stärke- klasse	Zahl der Maitriebe	Altnadeln in Prozent	Zahl der Raupen	Zahl der Portionen an Mai- trieben Sp.1 · Sp.2	Zahl der Portionen an Alt- nadeln Sp.5 · Sp.3 100	Nadel- verlust in Prozent Sp.4 · 100 Sp.5 + Sp.6
2	60	50	45	120	60	25

Der Mittelwert aus den Nadelverlusten der einzelnen Probestämme einer Suchstelle ergibt die durchschnittliche Gefährdung der Fichten an diesem Geländepunkt.

Auf diese Weise wurde die Prognose auf dem Dörenberg durchgeführt. Sie ergab, daß in keinem Bestand ein größerer durchschnittlicher Nadelverlust als 40% zu erwarten war. Es wurde daraufhin von einer chemischen Bekämpfung abgeraten. Eine Kontrolle des Befallsgebietes Ende Oktober zeigte, daß die Prognose im großen ganzen richtig gewesen war. An einigen Stellen schien der Nadelverlust etwas geringer zu sein als vorausgesagt, da die Stärkeklasse der Maitriebe sicherheitshalber etwas zu niedrig eingeschätzt worden war.

Das eben dargestellte Verfahren muß noch weiter nachgeprüft und verfeinert werden. Weitere Daten über die Größe der Suchfehler, die Verteilung der Raupen in Krone und Bestand sowie den Nahrungsverbrauch der Larven sind erwünscht, um die bisherigen Erfahrungen auf eine breitere Basis zu stellen.

Schließlich kann auf Grund der beschriebenen Methode nur eine kurzfristige Prognose gestellt werden. Für eine langfristige Prognose fehlen bisher die Grundlagen.

Zusammenfassung

Auf Grund eines ungewöhnlich starken Schadauftretens des Fichtennestwicklers im Teutoburger Wald ergab sich die Notwendigkeit, ein Prognose-Verfahren zu entwickeln. Die zu erwartenden Schäden können am besten während des Eistadiums oder der frühen Larvenstadien nach einem näher beschriebenen Verfahren im voraus abgeschätzt werden. Als Grundlage für die Berechnung dienen die Populations-

dichte des Schädlings, die (bekannte) Fraßmenge der einzelnen Raupe (rund 40 Nadeln = rund 3 lfd. cm Kahlfraß an einem normal dicht benadelten Trieb) und der Benadelungszustand der Fichten.

Summary

Imminent damages due to *Epiblema tedella* Cl. can be evaluated during the egg-stage or the early larval stages. The degree of injury is determined by the population-density of the insect, the food demand of a single caterpillar (about 40 needles) and the food supply provided by the spruces.

Literatur

- Kalandra, A., 1943: Erfahrungen über das epidemische Auftreten des Fichten-nestwicklers *Epiblema tedella* Cl. in den Jahren 1939–1941. — Centr.bl. f. d. ges. Forstw. **69**, 18–27.
 Schedl, K., 1951: Der Fichtennestwickler. —Verl. Landesforstinsp. für Kärnten. 132 S.

Untersuchungen über die Sexualbiologie von *Prodenia litura* F. in Ägypten

Von R. Wiesmann (J. R. Geigy AG., Basel)

Mit 1 Abbildung

Anläßlich meines einjährigen Aufenthaltes in Ägypten (1950/51) im Auftrage der F.A.O. zum Studium der Bekämpfung der *Prodenia litura* F. in der Baumwolle (1), studierte ich nicht nur die chemische Bekämpfung des Schädlings im Raupenstadium, die Vernichtung der Puppen im Boden durch mechanische Maßnahmen, die Prädatoren der Baumwollschadinsekten (7), sondern es wurden auch im Freiland und im Labor Versuche zur Anlockung der *Prodenia*-Männchen mit Hilfe des weiblichen Sexualduftstoffes durchgeführt, wobei auch allgemein die Sexualbiologie des Falters in die Untersuchungen einbezogen wurde.

Es ist schon lange bekannt, daß jungfräuliche Noctuiden und andere Lepidopterenfalter aus einer Hautdrüse in der Intersegmentalfalte meist zwischen dem achten und neunten Abdominalsegment (6) einen artspezifischen Sexualduftstoff ausscheiden, der aus weiterer oder näherer Entfernung die Männchen zur Kopulation anlockt. Über die ganze Frage ist 1951 von Götze (5) eine ausführliche Zusammenfassung publiziert worden, auf die hier verwiesen sei [vgl. auch (2)].

Daß auch das *Prodenia*-Weibchen einen Sexualduftstoff aufweist, konnte bereits 1950 von Flaschenträger (3) erstmals nachgewiesen werden. Auch unsere Versuche, die mit lebendem Material im Freiland durchgeführt wurden, haben, um dies vorauszunehmen, die Anwesenheit dieses, von den jungfräulichen Weibchen ausgeschiedenen Sexualduftstoffes bestätigt.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche sollen einen Beitrag zur Frage geben, ob es im Prinzip möglich sei auf der Basis der Anlockung der Männchen durch den weiblichen Sexualduftstoff eine Bekämpfung der *Prodenia* durch Ausschalten der Männchen aufzubauen.

Leider konnten die Versuche erst Mitte August 1950 durchgeführt werden, da aus technischen Gründen die Männchenfallen erst zu diesem Moment

erhalten wurden. Sie haben aber mit den entsprechenden Laboruntersuchungen zusammen doch interessante Einblicke in die Bedeutung des Sexualduftstoffes und in die allgemeine Sexualbiologie des Falters ergeben.

I. Vorarbeiten

1. Materialbeschaffung

Im Juli 1950 züchteten wir in unserem Labor in der Baumwollversuchsanstalt Sackha im Nildelta etwa 5000 *Prodenia*-Puppen, die uns leider am 2. August samt dem Zuchtkasten gestohlen wurden. Wir erhielten allerdings nach einigen Tagen den Kasten wieder, doch waren die mühselig gezüchteten Puppen verloren. Zum großen Glück konnte dann aber mein erster Assistent, Herr M. Taher, in einem Befallsgebiete in Oberägypten eine größere Menge von Freilandpuppen sammeln, die wir zu unseren Versuchen verwenden konnten.

2. Unterscheidung der männlichen und weiblichen Puppen

Um sicher jungfräuliche Weibchen für unsere Versuche zu erhalten, wurden bereits die Puppen nach ihrem Geschlechte getrennt. Diese Unterscheidung kann relativ leicht, wie bei andern Lepidopterenpuppen, mit Hilfe einer Lupe an Hand der Ausbildung des Sexualporus auf der ventralen Seite des Puppenabdomens erfolgen.

3. Die Männchenfalle

Die Männchenfallen, die nach meinen Plänen im Landwirtschaftsministerium in Cairo hergestellt wurden, bestehen aus Holzrahmen, von $40 \times 40 \times 50$ cm, deren Wände mit Drahtgaze überzogen wurden. Auf 4 Seiten waren konische, reusenartige Eintrittstellen angebracht, durch welche die Männchen wohl in den Käfig eindringen, ihn aber nicht mehr verlassen können. An einen Haken an der ebenfalls vergitterten Decke des Käfigs können die kleinen Drahtkäfige aufgehängt werden, die die frischen Weibchen enthalten. Die Weibchenkäfige waren von zylindrischer Form mit den Maßen 20×6 cm.

II. Ergebnisse der Fänge mit den Männchenfallen

1. Versuche in Sackha

Am 15. 8. 1950 hingen wir in einem fast reifen Karnak-Baumwollfelde in Sackha 5 Männchenfallen an galgenförmigen Trägern, etwa 1,5 m über dem Boden auf. Der Abstand zwischen den einzelnen Fallen betrug rund 100 m. Im selben Felde hatten wir seit 1 Monat eine Andres-Maire-Moth-Trap in Betrieb, die seit Anfangs August praktisch keine Motten mehr anlockte. Es mußte demnach angenommen werden, daß das Versuchsfeld nur noch sehr wenig *Prodenia*-Falter enthielt. Auch beim Ableuchten des Feldes in der Nacht vom 15. 8. beobachteten wir keine fliegenden Falter. Wir waren daher gespannt, ob wir mit unsern Männchenfallen bei der anscheinend geringen Falterpopulation im Felde überhaupt Männchen anlocken würden. In dieser Beziehung war die Versuchszeit also günstig.

Am 16. 8. 1950 besichtigten wir zwischen 19.00 und 19.30 Uhr die Fallen mit 15, 16 bzw. 17 frischgeschlüpften Weibchen und am 17. 8. die zwei restlichen Fallen mit 6 bzw. 13 Weibchen. In der Falle 4 mit den 6 Weibchen erfolgte wegen Undichtigkeit des Weibchenkäfigs in der Nacht vom 17. auf den 18. 8. Kopula durch die zufliegenden Männchen, wodurch diese Weibchen für die weiteren Beobachtungen ausfielen. In diesen Käfig setzten wir dann einen Wattebausch, der mit dem Azetonauszug von 100 Abdomen frischgeschlüpfter Weibchen getränkt worden war.

Da, wie angedeutet, zur Zeit unseres Versuches im Felde praktisch kein *Prodenia*-Flug konstatiert wurde, setzten wir am 16. und 17. 8. 200–300 m von den Fallen entfernt, je 50 bzw. 30 frischgeschlüpfte Männchen aus, um die Fänge zu erhöhen. Wie sich dann aber in den folgenden Tagen zeigte, war dieses Aussetzen von Männchen nicht unbedingt nötig, denn auch ohne ausgesetzte Männchen war der Anflug relativ stark.

An den Fallen machten wir in der ersten Nacht einige interessante Beobachtungen. Der Anflug der Männchen begann erst 2 Stunden nach Sonnenuntergang (20.00) und um 20.30 Uhr flogen gleichzeitig mehrere Männchen aufgeregt am Fallengitter auf und ab und sie ließen sich vom Licht unserer Taschenlampe weder stören noch anlocken. Die meisten Falter drangen nach und nach in die Falle, setzten sich flügel Schlagend an den Weibchenkäfig oder schwirrten im Käfig umher. Am Morgen ruhten sie an der Drahtgaze, wo sie ausgezählt werden konnten.

Die Fangergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Durch diesen ersten Versuch (Tabelle 1) konnte bewiesen werden, daß die frischen, unbefruchteten *Prodenia*-Weibchen Männchen anlocken. Während wir zur selben Zeit in der Andres-Maire-Falle nur ein einziges, befruchtetes Weibchen fingen, konnten wir in der Männchenfalle mit unsern rund 50 Weibchen in 4 Tagen

Tabelle 1. Fänge in den Männchenfallen in Sackha

Datum	Falle	Vorhandene lebende ♀	Gefangene ♂	Total Tag	Alter der ♀ Tage	Total ♀ fingen total ♂
16.-17. 8.	1	16	23	65	1	48 ♀ : 65 ♂
	2	17	4		1	
	3	15	38		1	
17.-18. 8.	1	16	33	213	2	68 ♀ : 213 ♂
	2	17	74		2	
	3	15	15		2	
	4	6	24		1	
	5	13	67		1	
18.-19. 8.	1	6	6	107	3	47 ♀ : 107 ♂
	2	11	49		3	
	3	11	49		3	
	4	Auszug	0		—	
	5	13	3		2	
19.-20. 8.	1	2	0	35	4	18 ♀ : 35 ♂
	2	5	4		4	
	3	6	16		4	
	4	Auszug	0		—	
	5	5	15		3	

über 400 Männchen anlocken, erzielten also trotz dem außerordentlich geringen Fluge im Felde im Vergleich zu der Andres-Maire-Falle einen recht ansehnlichen Fang. Der von den brünstigen *Prodenia*-Weibchen ausgeschiedene Sexualduftstoff übt eine spezifische Lockwirkung auf die artgleichen Männchen aus, die jene der Andres-Maire-Falle um ein Vielfaches übertrifft. Der Wirkungsbereich des von den Weibchen abgesonderten Sexualduftstoffes erstreckt sich wahrscheinlich über mehrere 100 m und es ist nicht ausgeschlossen, daß die Lock- und Distanzwirkung durch eine größere Zahl von Lockweibchen noch beträchtlich erhöht werden kann.

Ob die an 2 Tagen freigelassenen Männchen restlos in die Falle gingen, entzieht sich unserer Kenntnis. — Weiter zeigte sich, daß nicht nur die eintägigen, frischen Weibchen eine Lockwirkung ausüben, sondern daß dies auch die zwei- bis dreitägigen Tiere tun. — Der Auszug der weiblichen Abdomen zeigte keine Lockwirkung. Es ist sehr wohl möglich, daß der Duftstoff durch die Behandlung zerstört wurde. Daß aber ein Auszug desselben möglich ist, haben die Untersuchungen von Flaschenträger (3) ergeben.

2. Versuche in Dokki bei Cairo

Als wir am 7. 12. 1950 in Cairo einzelne *Prodenia*-Falter einer neuen Generation fliegen sahen, stellten wir am 8. 12. im Areal des Landwirtschafts-Departements in Dokki 3 Männchenfallen auf, die folgende Zahl von unbefruchteten Weibchen enthielten:

Falle 1: 5 Weibchen, 4 Tage alt,
 Falle 2: 4 Weibchen, 3 Tage alt,
 Falle 3: 6 Weibchen, 2 Tage alt.

In der Zeit vom 8.–14. 12. wurden in den Fällen 1 und 2 keine Männchen gefangen, dagegen lockte die Falle 3 von 8. bis 10. 12. 4, 2 und 1 Männchen an.

Daraus ergibt sich, daß auch im Dezember, bei relativ kühler Witterung (Abendtemperaturen 18–20 Uhr: 16–18° C) die Falter fliegen und die Männchen von den Weibchen angelockt werden. Weiter stellten wir fest, daß unter diesen Bedingungen nur die jüngsten Weibchen eine Lockwirkung ausüben, während die älteren von den Männchen nicht beachtet werden.

Mindestens 300–400 m von den Fallen entfernt befanden sich kleine Felder von Alexandrinischem Klee, die als nächstes Falterreservoir in Betracht kamen, so daß also der Zuflug aus einer recht ansehnlichen Distanz erfolgte. Der relativ kleine Fang hängt wahrscheinlich mit der niedrigen Abendtemperatur zusammen, der den Flug der Falter hemmte.

III. Laboruntersuchungen

Da es uns der fortgeschrittenen Saison wegen nicht mehr möglich war, das Problem der Anlockung der Männchen durch den weiblichen Sexualduftstoff in der Männchenfalle und weitere hierher gehörige Fragen im Freiland zu untersuchen, führten wir dann in der Folgezeit entsprechende Versuche im Labor durch. Damit sollten ein Paar Grundlagen aus der Sexualbiologie der *Prodenia* erarbeitet werden, die zum Verständnis der Anlockung der Männchen durch die Weibchen, sowie der praktischen Bedeutung der Männchenfallen dienen könnten. Leider war die relativ kalte Wintertemperatur, die sich auch in den nichtheizbaren Laboratorien bemerkbar machte, für das Arbeiten mit der tropisch-subtropischen *Prodenia* nicht besonders günstig, so daß einzelne Versuche unter der Ungunst der Außenbedingungen litten.

I. Versuche mit Männchenfallen im Labor

Im Labor wurden am 14. 11. 1950 2 Männchenfallen mit je zehn unbefruchteten, frischgeschlüpften Weibchen aufgestellt. In einem anstoßenden Raume, der durch eine offene Türe mit dem Labor in Verbindung steht, wurden abends 17 Uhr 25 Männchen freigelassen. Es war demnach den Faltern möglich, durch die offene Türe zu den eingeschlossenen Weibchen zu gelangen. Die Temperatur im Labor betrug während der Nacht 20° C.

Wir beobachteten während 4 Stunden das Verhalten der Falter. Eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang begannen die männlichen Falter im Zimmer umherzufliegen, wobei sie sich meistens an den Fensterscheiben aufhielten. Nach völliger Dunkelheit flogen sie auch im Zimmer umher, machten aber keine Versuche durch die offene Türe in das andere Zimmer zu den unbefruchteten Weibchen zu gelangen. Nach 3–4 Stunden hörte der Flug auf und die Falter setzten sich an den Zimmerwänden fest.

Während der Beobachtungszeit saßen etwa 2 Stunden nach Sonnenuntergang die Weibchen in den Fallen in der noch zu beschreibenden charakteristischen Brunststellung, nachdem sie kurze Zeit vorher ganz kurze Flutterflüge ausgeführt hatten. Die Weibchen gaben demzufolge ihren Duftstoff ab.

Am andern Morgen stellten wir fest, daß kein einziges Männchen von den Weibchen angelockt worden war, denn in den Fallen war kein Männchen zu finden.

Aus diesem Versuche, der am darauffolgenden Tage mit dem gleichen negativen Ergebnis endete, dürfen wir wohl den Schluß ziehen, daß es zur Ausbreitung des Sexualduftstoffes einer gewissen Luftströmung bedarf, wie sie im Freien wohl regelmäßig auftreten. In unserem Versuche wurde der Duftstoff anscheinend nicht durch die offene Türe von einem Raum zum andern befördert, so daß die Männchen die Anwesenheit der begattungsbereiten Weibchen nicht wahrnahmen. Diese Annahme kann durch die Freilandbeobachtungen bekräftigt werden. Hier sahen wir, daß die Männchen ausnahmslos gegen den Wind anflogen, der den Sexualduftstoff aus den Käfigen mit sich führte. Es scheint demnach nur eine ganz geringe Ausbreitung des Duftstoffes durch Diffusion in ruhender Luft vor sich zu gehen, hier möglicherweise abgeschwächt durch die für Ägypten niedrige Lufttemperatur.

2. Beobachtungen über das Verhalten der Falter

a) Tageszeitliches Schlüpfender Falter

Unsere Puppenzuchten wurden regelmäßig auf das zeitliche Schlüpfen der Falter untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Falter beider Geschlechter praktisch zu allen Tages- und Nachtzeiten die Puppe verlassen.

3-4 Stunden nach dem Schlüpfen sind die Falter flugbereit. Tagsüber sitzen sie im Freien in den ungeschnittenen Feldern des Alexandrinischen Klees ruhig auf der beschatteten Erdoberfläche, während sie in den Baumwollfeldern bald nach dem Schlüpfen Erdspalten aufsuchen, in denen sie sich vor der prallen Sonne verkriechen. Tagsüber geschlüpfte Falter beginnen noch am gleichen Tage nach der Dämmerung zu fliegen.

b) Beginn des Falterfluges und Kopulation

In großen Flugkäfigen im Labor haben wir während des Novembers und in der ersten Hälfte Dezember 1950 viele Einzelbeobachtungen über den zeitlichen Beginn des Fluges und über den Vorgang der Kopula machen können, die hier kurz zusammengefaßt seien.

Kurz vor Sonnenuntergang kommen die Falter, Männchen und Weibchen, aus ihren Tagesverstecken hervor, bleiben auf dem Boden sitzen, oder klettern, ohne zu fliegen, ein kurzes Stück am Drahtgitter des Käfigs hoch. Hier bleiben sie, je nach Geschlecht, mehr oder weniger lange ruhig sitzen. Als Verstecke dienten in unserem Flugkäfig kleine Häufchen von dürrer Klee, in welchen sich die Falter tagsüber versteckt hielten.

In einem Flugkäfig wurden frischgeschlüpfte Männchen und Weibchen gehalten. Ziemlich genau $\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenuntergang begannen die Männchen im Käfig umherzuflattern, während die Weibchen weiterhin ruhig sitzen blieben. Die Männchen umflatterten höchst selten die Weibchen, ohne sie aber zur Kopula anzugreifen. Dieser Männchenflug dauert in weibchenfreien Käfigen 3-4 Stunden. Nach dieser Zeit hört der Flug meistens auf. Dieser Männchenflug kann als Suchflug nach kopulationsbereiten Weibchen bezeichnet werden.

$1\frac{1}{2}$, meist aber erst 2 Stunden nach Sonnenuntergang laufen oder flattern die vorher ganz ruhigen Weibchen meist an einen erhöhten Standort, an die Decke des Käfigs, auf die Spitze einer im Käfig befindlichen Pflanze, sitzen dann ruhig, breiten die Flügel schwach aus, fibrieren mit denselben und stülpen dann ihre Duftdrüse aus. In diesem Moment beginnen die im Kasten befindlichen Männchen sofort aufgeregt zu fliegen, umkreisen das betreffende Weibchen und fast momentan tritt dann die Kopula ein. Diese erfolgt in gleicher Weise wie bei den übrigen Noctuiden und sie dauert nach unsern Beobachtungen 3-4 Stunden.

In einem Flugkasten hielten wir sechs frische, am gleichen Tage geschlüpfte Weibchen ohne Männchen. Hier zeigte sich, daß die Falter in der Brunststellung 20-30 Minuten verharren, hierauf wieder Ruhestellung einnehmen, wobei sie ihre Flügel wieder dachförmig zusammenlegten und die Duftdrüse einzogen. Nach 20-30 Minuten tritt wieder Brunststellung ein, wiederum mit einer Dauer von 20 bis 30 Minuten. Während der ganzen Nacht wird dieser Vorgang wiederholt, wobei aber die Intervalle zwischen Ruhe- und Brunststellung immer länger werden. Die Tiere saßen oft während der ganzen Nacht am selben Orte. — In der darauffolgenden Nacht verhielten sich die Weibchen wie in der ersten, ebenso in der dritten, worauf die Falter dann abzusterben begannen.

Die unbefruchteten Weibchen produzieren demnach mindestens 3 Tage hintereinander ihren Sexualduftstoff, was übrigens auch die Versuche mit den Männchenfallen im Freien nahelegten.

In diesen Laborversuchen stellten wir weiter fest, daß einzelne Weibchen nicht, wie die Mehrzahl der Tiere, schon am Tage des Schlüpfens Duftstoff produzieren, sondern erst in der zweiten Nacht kopulationsbereit sind. Die unbefruchteten Weibchen produzieren tagsüber keinen Sexualduftstoff, denn Männchen beachten im gleichen Käfig befindliche Weibchen tagsüber nicht. Der Sexualduftstoff wird erst bei der Brunststellung abgegeben, die erstmals $1\frac{1}{2}$ -2 Stunden nach Sonnenuntergang eintritt, auf den dann die Männchen sofort reagieren.

c) Verhalten der befruchteten Weibchen

Es ist bei Insekten, bei denen nur eine einmalige Begattung erfolgt, bekannt, daß nach der Begattung die Weibchen von den Männchen nicht mehr beachtet

werden (4, 5). Dasselbe trifft auch für *Prodenia* zu. Bringt man zu begatteten Weibchen Männchen, dann tritt wohl eine $\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenuntergang der bekannte Suchflug der Männchen ein, der auch in den Käfigen ohne Weibchen erfolgt, doch werden die Weibchen nie umschwärmt, noch werden Kopulationsversuche unternommen.

Während die unbefruchteten Weibchen lange Zeit ruhig dasitzen, fliegen die befruchteten Falter kurz nach der Dämmerung häufig und oft lange Zeit hintereinander im Käfig umher, umflattern im Käfig befindliche Pflanzen, setzen sich auf dieselben ab und beginnen meist mit der Eiablage. Bei der Flugtätigkeit der befruchteten Weibchen handelt es sich demnach in der Hauptsache um einen Eiablageflug. — Wir können demzufolge im Feld einen Suchflug der Männchen nach kopulationsbereiten Weibchen und einen Eiablageflug der befruchteten Weibchen feststellen, während die unbefruchteten Weibchen eher flugunlustig sind, auf erhöhter Stelle ihren Sexualduftstoff abgeben und die zur Kopula anfliegenden Männchen erwarten.

d) Begattungsbereitschaft verschiedenalter Weibchen

Im Hinblick auf die Männchenfalle erschien es wichtig, zu wissen, wie lange ein unbefruchtetes Weibchen von den Männchen erfolgreich begattet werden kann.

In Petrischalen kamen je ein unbefruchtetes, verschieden altes Weibchen zu je 2–3 frischen Männchen. Dabei wurde festgestellt, daß 1–2 Tage alte Weibchen erfolgreich begattet werden können, daß dagegen bei zehn 3 Tage alten Weibchen nur noch deren drei befruchtet wurden, während 4 Tage alte Weibchen keine befruchteten Eier mehr produzierten. Die drei- und vor allem viertägigen Weibchen hatten in den Schalen meistens bereits vor der Zugabe der Männchen mit der Eiablage begonnen. Die unbefruchteten Tiere legten durchgehends bedeutend weniger Eier ab als die befruchteten [vgl. Bishara (1)].

e) Wie viele Weibchen kann ein Männchen befruchten?

Die Abklärung dieser Frage ist uns nicht vollkommen gelungen, doch zeigen die Versuche, wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, daß die Männchen mindestens 2 Weibchen erfolgreich begatten können.

Tabelle 2. Zahl der von je 1 Männchen erfolgreich durchgeführten Kopulationen

Männchen Nr.	Befruchtete Eigelege je von Weibchen			
	1	2	3	4
1	5	0 ♀ tot	3	0
2	3	0 ♂ tot	—	—
3	0	7	0 ♂ tot	—
4	6	4	0	0 ♂ tot
5	0	2	0	0 ♂ tot

Unter Freilandbedingungen ist vielleicht sogar von einem Männchen eine dreimalige Kopula möglich. Es scheint, daß die Männchen mit fortschreitendem Alter ihre Befruchtungsfähigkeit einbüßen und zudem die Lebensdauer nach zweimal erfolgter Begattung stark zurückgeht.

f) Temperatur und Kopula

Bei unsern zahlreichen Laborbeobachtungen konnten wir feststellen, daß die Kopula noch bei Temperaturen von 18 bis 19 °C erfolgt. Sinkt die Temperatur aber unter 16 °C, dann sitzen die beiden Geschlechter apathisch da. Das Weibchen produziert bzw. gibt keinen Sexualduftstoff ab und eine Kopula unterbleibt. — Solche Nachttemperaturen kommen nur in den Wintermonaten in Ägypten vor, während in den Hauptflugzeiten der *Prodenia* viel höhere Nachttemperaturen herrschen, bei denen die Falter dann sehr aktiv sind.

g) Geschlechtsverhältnisse bei *Prodenia*

Das große Puppenmaterial, das aus unsern Zuchten hervorging, haben wir auf ihr Geschlecht hin untersucht, um eine möglichst genaue Sex ratio zu erhalten.

Die Tabelle 3 zeigt, daß das Geschlechtsverhältnis Männchen zu Weibchen 1:1 beträgt, in Übereinstimmung mit anderen Lepidopteren.

Tabelle 3. Sex ratio der *Prodenia litura* F.

Zeit	Puppen total	Davon		Verhältnis ♂ zu ♀
		♂	♀	
Mai	274	152	122	1 : 0,8
Juli	2144	1063	1081	1 : 1,01
August	4396	2192	2204	1 : 1,01
November	469	246	223	1 : 0,91

h) Protanderie

In unsern Zuchten begannen aus gleichaltrigen männlichen und weiblichen Puppen die Männchen 1–2 Tage früher zu schlüpfen als die Weibchen. Auch die Schlüpfmaxima waren in gleichem Sinne ebenfalls um diese Zeitpsanne gegeneinander verschoben.

IV. Diskussion der Ergebnisse

Aus den vorliegenden Versuchen können für die praktische Bedeutung der Männchenfalle als eventuelles Bekämpfungsmittel der *Prodenia litura* ein paar wichtige Tatsachen entnommen werden, wenn auch die Versuche selbst das Problem nicht lösten.

Die im Freien aufgestellten, mit frischen, unbefruchteten Weibchen besetzten Männchenfallen, fangen in einem Gebiete mit praktisch abgeschlossenen Falterfluge im Gegensatz zu den alten Köderfallen, die an den Nahrungstrieb der Falter beider Geschlechter appellieren, ganz respektable Mengen von Männchen. Dieselben werden durch den von in den Fallen massierten Weibchen ausgesandten Sexualduftstoff aus relativ weiter Entfernung angelockt und dadurch ihrer natürlichen Funktion, der Begattung der weiblichen Falter, entzogen.

Die Frage, ob durch diesen Männchenfang Aussicht besteht, die Männchen in überwiegender Zahl oder ganz abzufangen, wodurch die freilebenden Weibchen praktisch unbefruchtet bleiben würden, hängt von verschiedenen, besonders biologischen Faktoren ab. Als Vorteil wäre zu bewerten, daß einerseits deutliche Protanderie vorliegt, also in den einzelnen Generationen die Männchen zuerst erscheinen und auch die Schlüpfmaxima der Männchen gegenüber den Weibchen um einige Tage vorverschoben sind.

Allerdings spielt die Protanderie bei der im Sommer oft auftretenden Überschiebung der Generationen sicherlich keine sehr große Rolle. Andererseits kann sich die verschiedene Flugaktivität der Männchen und der unbefruchteten Weibchen für unsere Zwecke günstig auswirken (siehe Abb. 1). Wie ausgeführt, beginnen die Männchen bereits kurz nach Sonnenuntergang zu fliegen, während die Weibchen zu dieser Zeit noch ganz ruhig an erhöhten Orten sitzen und während 1–1½ Stunden für die Männchen kein Interesse bieten. Demnach werden im Felde die ersten fliegenden Falter Männchen und zur Eiablage bereite Weibchen sein, die ersteren auf der Suche nach kopulationsbereiten Weibchen, was unsere zahlreichen abendlichen Freilandfänge im Felde bestätigen.

Diese Tatsache läßt es nicht ausgeschlossen erscheinen, daß mit der Männchenfalle etwas erreicht werden kann, allerdings nur dann, wenn, wie auch Götz (4, 5) und andere postulieren, die Falle mit einem Sexualduftstoff-

auszug aus unbefruchteten Weibchen bzw. mit einem synthetisch hergestellten *Prodenia*-Sexualduftstoff beschickt ist, durch den man diese suchenden, schwärmenden Männchen bereits dann abfangen könnte, bevor die im Felde befindlichen Weibchen durch die Abgabe ihres Sexualduftstoffes ihre Kopulationsbereitschaft bekunden würden. Ist die Falle dagegen mit lebenden, unbefruchteten Weibchen beschickt, dann werden dieselben zur gleichen Zeit wie die frei im Felde befindlichen Weibchen ihren Lockstoff aussenden, also beide zur gleichen Zeit die Männchen anlocken. Dadurch wird der Suchflug der Männchen nicht früher erfaßt, und es würden wahrscheinlich mehr oder weniger viele freilebende Weibchen begattet werden. Nur durch den zeitlich

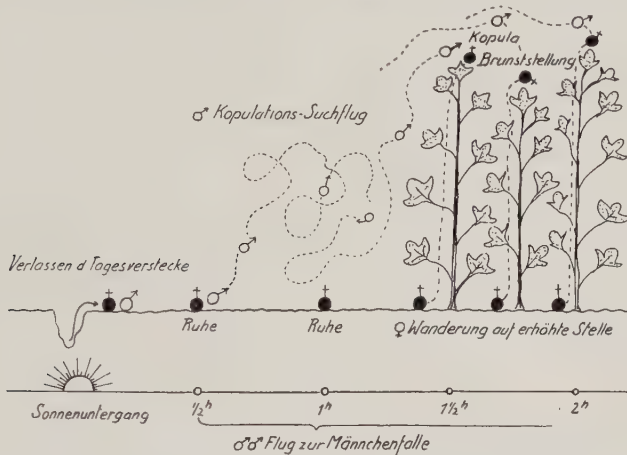


Abb. 1. Flug der *Prodenia*-Falter.

unabhängig ausgesandten Duftstoff können die vor der Kopulationsbereitschaft der Weibchen schwärmenden Männchen unbeeinflusst abgefangen werden. Dies ist aber praktisch nur durch den synthetisch hergestellte Duftstoff möglich.

Wie sich zudem die Tatsachen, daß ein Männchen zwei eventuell sogar 3 Weibchen erfolgreich begatten kann und die Sex ratio 1:1 für den Wert der Männchenfalle auswirken, wissen wir nicht. Nach den Geschlechts- und Potenzverhältnissen der Männchen, sowie der außerordentlichen Fertilität (1) und der bis zu 3 Tagen anhaltenden Kopulationsbereitschaft der Weibchen, ist wohl nur dann mit einem sicheren Erfolge der Männchenfallen zu rechnen, wenn die Männchen praktisch 100%ig abgefangen werden, bevor sie ihren Daseinszweck erfüllt haben. Um dies zu erreichen, muß unbedingt die Analyse und Synthese des Sexualduftstoffes der *Prodenia* gelingen sein, so daß man mit massiven Duftstoffmengen die schwärmenden Männchen abfangen kann, bevor die freilebenden Weibchen dazu kommen, ihren Lockstoff auszusenden.

V. Zusammenfassung

Wie bei anderen Noctuiden produziert auch das jungfräuliche *Prodenia litura*-Weibchen aus einer Hautdrüse in der Intersegmentalfalte zwischen dem 8. und 9. Abdomensegment einen Sexualduftstoff, der aus weiterer oder näherer Entfernung die Männchen zur Kopulation anlockt. Diese Tatsache wurde durch verschiedene Freiland- und Laborversuche bestätigt, die Aufschluß geben sollten über den Wert der sogenannten Männchenfalle.

In einem Baumwollfeld im Nildelta, in dem seit Anfang August weder *Prodenia*-Falter gesichtet noch in der Andres-Maire-Köderfalle gefangen wurden, erbeuteten wir mit 5 Männchenfallen mit total 50 frischen Weibchen Mitte August innert 4 Tagen über 400 Männchen. Ein Versuch in Cairo Anfangs Dezember bestätigte die ersten Ergebnisse. Im Labor konnte festgestellt werden, daß es zur Ausbreitung des Sexualduftstoffes Luftströmungen bedarf. Im Freien fliegen die Männchen die Fallen gegen den Wind an.

Tagsüber werden die jungfräulichen Weibchen von den Männchen nicht beachtet. Erst wenn sie $1\frac{1}{2}$ –2 Stunden nach Sonnenuntergang laufend oder flatternd einen erhöhten Standpunkt aufsuchen, die Flügel schwach ausbreiten und mit ihnen vibrieren, stülpen sie ihre Duftdrüse aus und locken dadurch momentan die Männchen zur Kopula an. Da die Männchen etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenuntergang ihren Weibchensuchflug beginnen, die kopulationsbereiten Weibchen aber erst etwa 2 Stunden später für die Männchen attraktiv werden, wäre mit der Männchenfalle ein erfolgreiches Abfangen der Männchen nur dann möglich, wenn sich in derselben synthetischen *Prodenia*-Sexualduftstoff befindet, der die suchenden Männchen bereits vorher abfangen würde, bevor die im Feld befindlichen Weibchen durch die Abgabe ihres Sexualduftes ihre Kopulationsbereitschaft bekunden. Bevor die Analyse und darauffolgend die Synthese des *Prodenia*-Sexualduftstoffes gelungen ist, darf man sich von der Männchenfalle nicht viel versprechen.

Im Felde kann man einen kurz nach Sonnenuntergang beginnenden Suchflug der Männchen und den Eiablageflug der befruchteten Weibchen feststellen, während die unbefruchteten Weibchen flugunlustig sind und auf erhöhten Orten die suchenden Männchen abwarten.

1–2 Tage alte Weibchen können erfolgreich begattet werden, 3 Tage alte Tiere dagegen werden nur noch ganz selten, und 4 Tage alte nicht mehr befruchtet. Ein Männchen kann sich mindestens mit 2, eventuell sogar mit 3 Weibchen begatten.

VI. Literatur

1. Bishara, J. (1934): The cotton worm, *Prodenia litura* F. in Egypt. — Bull. Soc. Roy. Ent. Egypt. 288–411.
2. Dethier, A. M. (1947): Chemical Insect Attractants and Repellents. — The Blakiston Comp. Philadelphia 1947.
3. Flaschenträger, B. und Amin, E. S. (1950): Chemical attractants for insects: Sex- and Foododours of the cotton leaf worm and the cut worm. — Nature 165, 394.
4. Götz, B. (1939): Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. — Z. f. angew. Entom. 26, 143–164.
5. — — (1951): Die Sexualduftstoffe an Lepidopteren. — Experientia 7, 406–418.
6. Urban, E. (1913): Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen. — Inauguraldissertation, Jena 1913.
7. Wiesmann, R. (1955): Untersuchungen an den Prädatoren der Baumwollschadinsekten in Ägypten im Jahre 1950/51. — Acta tropica 12, 222–239.

Beitrag zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Kohlschotenrüßler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.)

Von Claus Buhl

(Biologische Bundesanstalt, Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau
Kiel-Kitzeberg)

1920 gelang es Börner (3) festzustellen, daß die Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) nur solche Schoten von Kreuzblütlern, insbesondere Raps und Rübsen, mit Eiern belegen kann, die vorher vom Kohlschoten-

rüßler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) oder anderen Insekten angebohrt oder beschädigt worden sind. Ein Vergleich der harten Schotenwände mit der weichen Legeröhre der Mücke zeigte, daß diese unmöglich imstande sein kann, das Legeloch selbst anzufertigen. Speyer (11) hat durch weitere Untersuchungen diese Beobachtung erhärtet. Seitdem ist dieses biologische Abhängigkeitsverhältnis der beiden Schädlinge von zahlreichen Autoren bestätigt bzw. anerkannt worden [Frey (4), Hennig (7), Sylvén (14) u. a.]. Barnes (2) gibt in seinem Gallmückenband die Versuchsergebnisse von Speyer ausführlich wieder, bezweifelt aber, daß die Mücke zur Eiablage lediglich vom Kohlschotenrüßler abhängig ist. Die von ihm zu dieser Frage gleichzeitig angekündigten Untersuchungen sind bisher leider nicht durchgeführt worden (zitiert nach Fröhlich).

1951 kommt Mühle (9) auf Grund von Befallserhebungen an Raps und Ackersenf im Gegensatz zu dieser heute fast allgemein vertretenen Auffassung zu dem Ergebnis, daß es durchaus möglich ist, daß die Mücke auch ohne fremde Hilfe zum mindesten junge Schoten aktiv belegen kann. Folgende Argumente werden angeführt:

1. Nur selten werden Schoten gefunden, die von Rüßler und Mücke gleichzeitig befallen sind.
2. Im Gegensatz zu dem äußerst starken Auftreten der Gallmücke 1951 war der Rüßlerbefall nur schwach.
3. Erstmalig werden auch in Schoten von Ackersenf Gallmückenlarven gefunden, ohne daß eine Spur des Kohlschotenrüßlers oder irgend welche anderen Verletzungen festgestellt werden konnten.
4. Das Vorhandensein „vernarbter Stichstellen“ an den Seiten vergallter Raps- und Senfschoten, die als von der Mücke stammend gedeutet werden.

Kirchner (8), Nolte und Fritzsche (10) schließen sich dieser Auffassung an und kommen auf Grund eigener Beobachtungen gleichfalls zu der Überzeugung, daß zwischen Kohlschotenrüßler- und Kohlschotenmücken-Befall keine direkten Beziehungen bestehen. Dabei wird allerdings nicht bestritten, daß bei einem starken Rüßlerauftreten auch von diesen beschädigte Schoten von der Mücke belegt werden können. Nolte und Fritzsche heben noch hervor, daß sie zweimal das aktive Einbohren des „Legestachels“ in eine vollkommen unverletzte Schote beobachtet haben. Speyer (12) nimmt die Veröffentlichungen von Mühle, Nolte und Fritzsche zum Anlaß, seine alte These zu verteidigen und stellt richtig, daß die *Dasyneura brassicae* zu den Gallmücken gehört, die keinen „Legestachel“, sondern eine Legeröhre besitzen, die auf Grund ihrer zarten Konstitution rein mechanisch nicht imstande sein dürfte, eine unverletzte Schotenwand zu durchbohren. Stevenson (13) bekennt sich zu der Auffassung von Börner und Speyer aus den Jahren 1920/21 und macht auf Grund morphologischer Untersuchungen wahrscheinlich, daß die Gallmücke von sich aus nicht in der Lage ist, Löcher in die Schotenwand zu bohren. Sein Landsmann Ankersmit (1) widerlegt die Beobachtungen von Mühle, Nolte und Fritzsche und weist durch eingehende Untersuchungen, Infektionsversuche mit künstlich verletzten Schoten und Freilandbeobachtungen nach, daß die *Dasyneura* ihre Eier ausschließlich in bereits vorhandene Bohrlöcher in den Schoten ablegt. Seiner Ansicht nach ist der Kohlschotenrüßler unzweifelhaft der wichtigste Urheber solcher Beschädigungen. Fröhlich (5) hat sich als Schüler von Mühle eingehend mit dem *Dasyneura-assimilis*-Problem befaßt und ist auf Grund seiner Untersuchungen zu der

Überzeugung gekommen, daß die Befallsstärke der Schoten mit Rüsselern in keiner direkten Beziehung zum Auftreten der Mücken steht. Er hält die Mücke für befähigt, jüngere Schoten (nicht länger als 40 mm) aktiv anzubohren und belegt diese Ansicht durch morphologische Untersuchungen. Im Widerspruch zu diesen theoretischen Überlegungen stehen allerdings die Ergebnisse seiner Beutelerfahrungen. Hier erfolgte bei Zusatz von Kohlschotenrüsslern eine „starke Belegung“ durch die Kohlschotenmücke, während „der Befall in den Zelten, die nur mit *Dasyneura brassicae* besiekt worden waren, so gering war, daß die Ergebnisse in keiner Weise unseren Erwartungen entsprachen“. Als Grund für das Mißlingen seines Versuches gibt Fröhlich an, daß nur Mücken der dritten Generation verwendet wurden und die Versuchsbedingungen auch sonst besonders ungünstig waren. Aus den Untersuchungen von Haegermark (6) ist schließlich zu entnehmen, daß auch bei sehr geringem Auftreten des Kohlschotenrüsslers die von wenigen Käfern erzeugten Bohrstellen ausreichen, um einen beträchtlichen *Dasyneura*-Schaden zu vermitteln.

Demnach stehen folgende 2 Ansichten einander gegenüber:

1. Die Kohlschotenmücke ist zur Eiablage ausschließlich auf Schotenverletzungen anderer Insekten, insbesondere des Kohlschotenrüsslers, angewiesen.
2. Die Kohlschotenmücke kann auch ohne fremde Hilfe junge Schoten (bis zu 40 mm Länge) aktiv belegen, bevorzugt aber, soweit vorhanden, Bohrlöcher des Kohlschotenrüsslers wie auch anderer an Kruziferen-Schoten lebender Schädlinge.

Dieses strittige Problem kann nur dann einer endgültigen Lösung zugeführt werden, wenn es gelingt, durch das Experiment die biologische Abhängigkeit beider Schädlinge einwandfrei zu beweisen. Über solche Versuche soll in folgendem berichtet werden. Zuvor seien einige grundsätzliche Beobachtungen mitgeteilt. Von Mühle und seinen Anhängern wird hervorgehoben, daß ein *Dasyneura*-Befall häufig in keinem Verhältnis zu dem Auftreten des Rüsslers steht. Diese Beobachtung ist richtig. Auch wir haben diese Tatsache bei unseren langjährigen Untersuchungen über das Auftreten von Ölfruchtschädlingen öfters feststellen können. So waren z. B. in dem Gallmückenjahr 1954 von 19534 untersuchten Rapsschoten 35% mit *Dasyneura*-Larven besetzt, 19% mit *assimilis*-Larven und nur 8% mit Eiern, bzw. Larven beider Schädlinge. In einem anderen Jahr waren von 12175 untersuchten Schoten 28% *Dasyneura*-befallen, 17% *assimilis*-befallen und 2,5% mit Entwicklungsstadien beider besetzt (Ergebnisse von Feldrändern). Daraus zu folgern, daß die Mücke also auch ohne Hilfe die Schoten selbständig belegen kann, scheint uns aber nicht gerechtfertigt. Von den Kohlschotenrüsslern sind es ja nicht nur die Weibchen, die die Schoten zur Eiablage anbohren, sondern auch die Männchen bohren die jungen Schoten zur Nahrungsaufnahme an. Und da ihr Reifungsfraß, ebenso wie der der Weibchen, etwa 2 Wochen andauert, wird eine Vielzahl von Schoten angebohrt werden, ohne daß eine Eiablage erfolgt. Hinzu kommt, daß der Schaden der Gallmücken sich im wesentlichen auf Feldränder konzentriert, wo durch das fortdauernde Einfliegen neuer Käfer immer wieder Bohrlöcher an den heranwachsenden jungen Schoten entstehen werden, während die Käfer in ihrer Mehrzahl zur Eiablage meistens zur Feldmitte hin abwandern. Auch darf nicht übersehen werden, daß, zum mindesten unter Schleswig-Holsteinischen Verhältnissen, noch *Ceuthorrhynchus quadridens* und *Sirocalus floralis* in unterschiedlicher Anzahl an den jungen Schoten

fressend angetroffen werden. Es entspricht also, wie schon Speyer (12) hervorhebt, nur den Erwartungen, wenn Mücken- und Rüssel-Larven nur selten gleichzeitig in einer Schote gefunden werden. Darüber hinaus fiel bei unseren Schotenpräparationen auf, daß häufiger die Eier beider Schädlinge als später deren Larven gleichzeitig in einer Schote angetroffen werden. Es wird daher vermutet, daß die zeitiger schlüpfenden 30 bis 100 *Dasyneura*-Larven die Entwicklung der gewöhnlich in der Einzahl vorhandenen *assimilis*-Eier hemmen bzw. ganz unterbinden. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß die Mückenlarven sich schneller entwickeln als die Käferlarven, die Schoten also vorzeitig aufplatzen und die unbeholfenen, beinlosen Käferlarven leicht aus den Schoten herausfallen können.

Die nachfolgenden Generationen der Kohlschotenmücke — in Schleswig-Holstein kann regelmäßig mit einer starken zweiten und einer zahlenmäßig schwachen dritten Generation, die sich beide überschneiden können, gerechnet werden — sind, sofern sie noch den Winterraps belegen, auf die Ausschlupflöcher der Käferlarven angewiesen. Die Fraßlöcher der Käfer sind durch Kallusbildung dann meistens dichtgewachsen. Für die Masse der zweiten und dritten Generation, die an Sommerraps lebt, sind aber genügend Löcher in den Schoten durch die Fraßtätigkeit der jetzt schon erscheinenden Jungkäfer zahlreicher *Ceuthorrhynchus*- und *Meligethes*-Arten in ausreichendem Maße vorhanden.

Die Kohlschotenmücke kann die Kruziferen-Schoten frühestens belegen, sobald die Blütenblätter abgeworfen sind. Vorher ist eine Belegung nur schwer möglich, da die der Schote anhaftenden welkenden Blütenblätter die Mücken rein mechanisch an der Eiablage hindern. Die Rüsselkäfer sind dagegen zum Reifungsfraß schon in den Blüten anzutreffen. Die Schoten haben nach Abfall der Blütenblätter eine durchschnittliche Länge von etwa 13 mm, sind dann aber schon so erhärtet, daß es nach unseren Beobachtungen den Mücken nicht möglich ist, mit ihrer zarten Legeröhre unverletzte Schotenwände zu durchdringen. Auf die anatomische Beschaffenheit der Legeröhre, die ein aktives Einbohren bzw. Einstechen in pflanzliches Gewebe, wie wir es von anderen Gallmückenarten kennen, von vornherein ausschließt, ist von Speyer (12) schon hingewiesen worden. Die von Fröhlich (5) erwähnten 2 Chitinspangen am achten Abdominal-Segment dienen wohl eher zur Versteifung des Organs als für eine Bohrtätigkeit des Legeapparates. Die am neunten Segment zu beobachtende leistenförmig angedeutete Körnelung ist unserer Ansicht nach so schwach, daß sie für ein „Bohren“ nicht in Betracht kommen kann.

Der Legevorgang ist von uns mehrfach beobachtet worden. Die Mücken fliegen eine Schote an, senken ihren Kopf so tief, daß die Basalglieder der Fühler die äußere Schotenwand berühren, und laufen in dieser Haltung geschäftig die Schoten entlang. Auf diese Weise tasten sie die Schotenoberfläche ab, bis sie auf eine Verletzung stoßen. Dann wird die meist s-förmig unter den Leib gebogene, weit ausgeschobene Legeröhre tastend in das Loch eingeführt und unter oft kräftigem Druck des gesamten Körpers langsam eingeschoben. Schon bald sieht man dann, wie die durch die Legeröhrenwand rötlich durchscheinenden Eier unter gleichmäßigen Pumpbewegungen in das Innere der Schote gleiten. Sicher ist das rasche Auf- und Ablaufen auf der Schote zum Teil auch auf einen gewissen Erregungszustand des Weibchens vor der Eiablage zurückzuführen, wie Fröhlich vermutet. Das ist nur zu natürlich. Doch ist dabei ein gleichzeitiges Suchen nach einer geeigneten Ablegestelle unverkennbar. Fröhlich erklärt das aktive Einbohren einer unverletzten

Schotenwand in der Weise, daß die Legeröhre des Gallmückenweibchens durch eine entsprechende Haltung des Hinterleibes in eine kreisförmige Bewegung versetzt wird. Dadurch, daß dabei die Legeröhre nur halb ausgeschoben wird, soll deren Stabilität wesentlich erhöht werden. Einen derartigen Vorgang haben wir hier nicht beobachten können. Auch Nolte und Fritzsche beschreiben das aktive Einbohren anders. Wohl hatten die Weibchen oft Mühe, ihre Legeröhre einzuführen. Wir fanden in solchen Fällen immer, daß dann sehr enge Löcher zur Eiablage benutzt wurden. Die Rüsselbohrlöcher verengen sich ja stets schnell und vernarben dann meistens vollständig, so daß sie nur kurze Zeit Eingangspforten für die Mücken bilden. Wie Ankersmit (1) berichtet, bleiben die Mücken nach erfolgter Eiablage häufig mit ihrer Legeröhre in der Schotenwand hängen. Das dürfte bei selbstgebohrten Löchern kaum zu erwarten sein.

Einen letzten Beweis, ob die Gallmücke auch ohne den Kohlschotenrüssler als Wegbereiter Rapsschoten belegen kann, wird, wie gesagt, nur das Experiment erbringen. Es wurde daher dieser Frage besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Zur Klärung wurden 1955 in einem Feldbestand auf dem Versuchsfeld (Tabelle, Versuch A) noch nicht erblühte, unbeschädigte Rapsblütentriebe mit feiner Gaze eingebeutelt und später entweder mit *Dasyneura* allein (Vollkerfe der ersten Generation) oder zusammen mit *Ceuthorrhynchus assimilis* besetzt. Als günstigster Zeitpunkt wurde hierfür ein Tag gewählt, an dem bei jeder eingebeutelten Pflanze den Mücken bzw. Käfern Knospen, Blüten, junge und ältere Schoten in ausreichendem Maße zur Verfügung standen. Nach dem vollständigen Abblühen der Pflanzen wurde der Versuch ausgewertet.

Obwohl das Übersetzen der Mücken sehr behutsam mit Hilfe eines 30 cm langen, weitleumigen Glasrohres, das nach Art eines Exhaustors verwendet wurde, erfolgte, war die Sterblichkeit der Mücken im Gegensatz zu den sehr robusten Käfern unter den eingebeutelten Pflanzen verhältnismäßig hoch. Um diesen Fehler auszuschalten, wurde bei der Wiederholung des Versuches zu einer anderen Methode übergegangen. Rapspflanzen, die in einer Vegetationshalle in Mitscherlich-Gefäßen für andere Versuche so angezogen worden waren, daß sie von Insekten nicht befliegen werden konnten, wurden bei Beginn der Blüte mit Müller-Gaze weiträumig eingebeutelt. Vorher waren auf die Erdoberfläche der Gefäße Kokons der *Dasyneura* aufgelegt und leicht mit Sand abgedeckt worden. Die Mücken (zweite Generation) konnten jetzt ungehindert schlüpfen und selbständig an die Pflanze gelangen. Zeitlich waren die Versuche so abgestimmt, daß den Mücken beim Schlüpfen Schoten verschiedensten Alters zur Verfügung standen. Die Mücken blieben bei dieser Versuchsanordnung über 1 Woche am Leben. Das Zusetzen der Käfer verursachte keinerlei Schwierigkeiten (Tabelle, Versuch B). Auch in Wasser gestellte Blütentriebe von Raps und Rüben können für solche Versuche mit Erfolg verwendet werden. 1956 wurden die Versuche nach der letztgenannten Methode noch einmal wiederholt. Eingebeutelt wurden jetzt wieder Mücken der ersten Generation bzw. deren Kokons.

Aus allen 3 Versuchen, deren Ergebnisse in der nebenstehenden Tabelle aufgezeichnet sind, ist klar ersichtlich, daß nur dann eine Eiablage durch die Kohlschotenmücke erfolgt, wenn zusätzlich Kohlschotenrüssler den Pflanzen beigegeben worden sind. Bei Versuch B waren interessanterweise 2 Eigelege (21 und 7 Stück) an einer nur oberflächlich beschädigten Schote abgelegt worden, deren Innenwand aber noch intakt war. Die Schote hatte eine Länge

von 45 mm. Die Mücke war also offensichtlich nicht einmal in der Lage, diese dünne Innenwand mit ihrer Legeröhre zu durchstoßen (vgl. auch Ankersmit). Da nicht nur Mücken der ersten, sondern auch solche der zweiten Generation für diese Versuchsserie verwendet wurden, sind die von Fröhlich vermuteten ungünstigen Versuchsbedingungen für das „Versagen“ seines gleichsinnigen Versuches widerlegt. Seine Versuche können damit gleichfalls als Positivum für die althergebrachte Anschauung eines Abhängigkeitsverhältnisses *Dasyneura-assimilis* gewertet werden.

Die Unfähigkeit der Kohlschotenmücke, selbständig unbeschädigte Rapschoten zu belegen, läßt sich auch verhaltensbiologisch erklären. Diese Mücke ist vermutlich ursprünglich ausschließlich Blütengallenbildner gewesen und wird auch heute noch gelegentlich in vergallten Blüten angetroffen. Wahrscheinlich ist sie dann erst sekundär, zu inquilinischer Lebensweise neigend, in das biologische Abhängigkeitsverhältnis zum Kohlschotenrüssler, bzw. anderen, die Kruziferen-Schoten beschädigenden Insekten getreten.

Wir sehen damit einen klaren Beweis für die Richtigkeit der alten Auffassung von Börner und Speyer als erbracht an.

Tabelle. Versuche zur Klärung der biologischen Abhängigkeit von *Dasyneura brassicae* Winn. und *Ceuthorrhynchus assimilis* Payk. Kitzeberg 1955/56

Jahr Ver- such	Anzahl der Versuchs- pflanzen	Anzahl der gebeutelten		Auswertung				Anzahl unter- suchter Schoten
		<i>Dasyneura</i>	<i>assimilis</i>	DE	DL	aE	aL	
1955								
A	11	137	48	39	262	184	33	398
	8	160	—	—	1	—	—	264
B	12	je 200 Kokons	je 20	937	1485	1333	78	1164
	12	je 200 Kokons	—	28 ¹⁾	—	—	—	910
1956	12	je 200 Kokons	je 20	826	1332	643	51	978
	12	je 200 Kokons	—	—	—	—	—	1123

DE = *Dasyneura*-Eier, DL = *Dasyneura*-Larven; aE = *assimilis*-Eier; aL = *assimilis*-Larven.

Zusammenfassung

Die geteilten Meinungen, die darüber bestehen, ob die Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) zur Eiablage auf beschädigte Kruziferen-Schoten angewiesen ist oder nicht, gaben Veranlassung, diese Frage erneut durch Freiland- und Gewächshausversuche zu prüfen. Dabei zeigte sich, daß tatsächlich nur dann eine Eiablage durch die Kohlschotenmücke erfolgt, wenn zusätzlich Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) den Pflanzen beigegeben worden sind.

Summary

Because of different opinions whether successful oviposition of the Brassica Pod Midge (*Dasyneura brassicae* Winn.) is dependent on injured siliqua of Crucifers or not, the question was re-investigated by outdoor and greenhouse experiments. In fact, it could be shown that oviposition occurs only, when Turnip Seed Weevils (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) have been added to the plants.

Literatur

1. Ankersmit, G. W.: Over het Verband tussen de Aantasting door de Koolzaadgalmug, *Dasyneura brassicae* Winn. (Diptera, Itonididae) en de Koolzaadsnuitkever, *Ceuthorrhynchus assimilis* Payk. (Coleoptera, Curculionidae). — Tijdschr. Plantenziekten **61**, 93–97, 1955.

¹⁾ 2 Eigelege (21 und 7 Stück) äußerlich an 2 verletzten Schoten.

2. Barnes, H. F.: Gallmidges of Economic Importance. — Root and Vegetable Crops **1**, 51–55, London 1946.
3. Börner, C.: 1. Sitzungsbericht d. Sonderausschusses III d. Reichsausschusses f. pflanzl. u. tier. Öle u. Fette. 19. 2. 1920.
4. Frey, W.: Ref. in Zeitschr. Pflanzenkrankh. **60**, 57, 1953.
5. Fröhlich, Gerd: Zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschoten-gallmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) vom Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.). — Beiträge zur Entomologie **6**, 100–110, 1956.
6. Haegermark, U.: Undersökning av frekvensen perforeringar på fruktämnerna och skidor i två hösträps-odlingar. — Växtskyddsnotiser **3**, 45–47, 1956.
7. Hennig, W.: *Diptera*, Zweiflügler. — Handbuch der Pflanzenkrankheiten, **5**, 2. Teil, 30–31, Berlin 1953.
8. Kirchner, H. A.: Beobachtungen bei der Kohlschotenrüsslerbekämpfung in Mecklenburg 1952. — Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) **7**, 18–20, 1953.
9. Mühle, E.: Zur Frage der Abhängigkeit des Befalls der Kruziferen-Schoten durch die Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Auftreten des Kohlschotenrüsslers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.). — Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) **5**, 173–176, 1951.
10. Nolte, H. W. und Fritzsche, R.: Untersuchungen zur Bekämpfung der Raps-schädlinge. III. Zur Biologie und Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) und der Kohlschoten-Gallmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). — Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) **8**, 128–135, 1954.
11. Speyer, W.: Beiträge zur Biologie der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). — Mitt. Biologische Reichsanstalt **21**, 208–217, 1921.
12. — Ist die Kohlschoten-Gallmücke an den Kohlschotenrüssler gebunden? — Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **6**, 149, 1954.
13. Stevenson, J. H.: Onderzoek naar de Wijze, waarop de Koolzaadgalmug (*Dasyneura brassicae* Winn.) haar Eieren legt op Koolzaad (*Brassica napus* L.). — Tijdschrift over Plantenziekten **61**, 81–87, 1955.
14. Sylén, E.: Skidgallmyggan, *Dasyneura brassicae* Winn. — Medd. Växtskydds-anst. **54**, 120 pp., 1949.

Badania nad zmianami śmiertelności *Aporia crataegi* L. w kolejnych latach masowego pojawu (1952–1957) w Polsce

Jerzy Józefat Lipa, Andrzej Ruszkowski

(Laboratorium Entomologii Rolniczej Instytutu Ochrony Roślin w Puławach,
Polska)

Jakkolwiek *Aporia crataegi* L. posiada poważne znaczenie gospodarcze, nie zostały dotychczas wyjaśnione dostatecznie przyczyny powstawania i załamywania się masowych pojawów tego szkodnika. Nasilenie występowania jego w Europie wykazuje przeciętnie jedenastoletnią periodyczność, od której istnieją jednak częste odchylenia. Okres masowego pojawu trwa zwykle 4 lata, po czym następuje okres depresji. Badania takich autorów jak Wasiliew (1955), Krasniuk (1928), Bremer (1928), Zwölfer (1930), czy Schwerdtfeger (1950) rzucają trochę światła na to zagadnienie, nie rozwiązując go jednak ostatecznie. Dlatego też w roku 1954 w Instytucie Ochrony Roślin w Puławach podjęte zostały badania nad gradacją *A. crataegi* L.

W niniejszej publikacji zajęliśmy się wyłącznie zagadnieniem wahań śmiertelności *A. crataegi* L. w kolejnych latach jego gradacji na terenie Polski. Natomiast próba wytłumaczenia powstawania i załamywania się gradacji tego szkodnika będzie przedmiotem odrębnej pracy.

I. Zależność śmiertelności *Aporia crataegi* L. od rośliny żywicielskiej gąsienic

Przed przystąpieniem do badania prawidłowości w zmianach śmiertelności w kolejnych latach masowego pojawu, należało rozstrzygnąć, czy roślina żywicielska gąsienic wpływa w sposób istotny na śmiertelność *A. crataegi* L. Ewentualne różnice w śmiertelności na różnych roślinach żywicielskich mogłyby bowiem znacznie zacierać obraz różnic pomiędzy kolejnymi latami gradacji.

Aby stwierdzić istnienie lub ewentualny brak różnic w śmiertelności na różnych roślinach, zwróciliśmy przede wszystkim uwagę na stopień zapasożytkowania gąsienic i poczwerek przez *Hymenoptera* i *Diptera* oraz na śmiertelność gąsienic w gniazdach zimowych. Gąsienice porażone przez *Braconidae* traktowaliśmy (poza gniazdami zimowymi) jako martwe.

Zestawiając według żywicieli wyniki analiz poczwerek (tabl. I) stwierdziliśmy, iż wpływ rośliny żywicielskiej na stopień zapasożytkowania jest niei-

Tabela 1. Procent poczwerek niewylęgniętych (1956 r)

	Skowieszyn	Bychawa
jabłoń	71,6	42,0
śliwa	71,1	38,5
grusza	68,6	—

stotny. Natomiast przy analizie gąsienic stwierdziliśmy, że procent porażenia ich przez *Braconidae* jest na śliwach niższy niż na jabłoniach, na głogu zaś wyższy (tabl. 2).

Tabela 2. Różnice w procencie gąsienic zapasożytkowanych przez *Braconidae* na niektórych roślinach żywicielskich

	1956 wiosna Puławy 2	1956 jesień Bychawa	1957 wiosna	
			Skowieszyn	Puławy 2
jabłoń	30,4	64,1	22,9	33,5
śliwa	27,0	30,4	30,4	13,2
głóg	32,3	—	—	50,0

Tabela 3 ujmuje wyniki analiz gniazd i przedstawia procenty martwych gąsienic. Widoczne w niej różnice nie mają określonej prawidłowości i nie mogą

Tabela 3. Wzrost procentu martwych gąsienic w gniazdach zimowych

Roślina	Puławy 1			Skowieszyn 1			Skowie- szyn 2
	1955 (I)	1956 (II)	wzrost śmiertel- ności	1956 (II)	1957 (III)	wzrost śmiertel- ności	1957 (III)
jabłoń . . .	22,0	51,9	29,9	68,0	76,0	8,0	73,3
grusza . . .	24,4	38,2	13,8	92,3	100,0	7,7	100,0
śliwa . . .	65,2	62,1	—3,1	36,5	27,8	—8,7	80,0

(liczby rzymskie w nawiasach oznaczają kolejny rok gradacji)

być traktowane jako wyraz wpływu żywiciela. Stwierdziliśmy natomiast, że między śmiertelnością gąsienic w okresie zimy, a ilością ich w gnieździe istnieje wyraźna i stała zależność. Przedstawia to tabela 4.

Tabela 4. Zależność śmiertelności od ilości gąsienic w gnieździe zimowym

Roślina	Miejscowość	Rok	Ilość gniazdz	Średnia ilość gąsienic w gnieździe	Procent śmiertelności
Jabłoń	Puławy 2	1956	7	0,9	83,3
	Puławy 1	1956	61	3,8	51,9
	Skowieszyn 2	1957	10	5,5	76,0
	Skowieszyn 2	1957	15	6,0	73,3
	Skowieszyn 2	1956	12	8,9	46,7
	Skowieszyn 1	1956	21	10,9	68,0
	Puławy 1	1955	60	11,8	22,0
	Kielce	1954	1	82,0	14,6
grusza	Puławy 1	1956	13	2,6	38,2
	Skowieszyn 1	1956	8	3,2	92,3
	Puławy 1	1955	40	5,4	24,4
węgierka	Puławy 1	1956	10	2,9	62,1
	Puławy 1	1955	20	3,3	65,2
	Skowieszyn 2	1957	10	3,6	80,0
	Skowieszyn 1	1957	10	6,8	27,8
	Skowieszyn 1	1956	10	14,2	36,5

Widzimy z niej, iż przy każdej roślinie żywicielskiej śmiertelność gąsienic w gniazdach małych jest znacznie większa niż w gniazdach dużych. Wydaje się, że można tym tłumaczyć, obserwowany w tabeli 3, brak określonych różnic między żywicielami.

Z przeprowadzonych wyżej rozważań wynika, że gatunek rośliny żywicielskiej nie decyduje o śmiertelności i można go nie uwzględniać przy rozpatrywaniu zmian śmiertelności w kolejnych latach pojawu i różnic między miejscowościami, z wyjątkiem procentu zaposożytkowania gąsienic przez *Braconidae*.

II. Zmiany śmiertelności w kolejnych latach masowego pojawu

Przy porównywaniu śmiertelności w kolejnych latach pojawu braliśmy pod uwagę: śmiertelność gąsienic w ciągu zimy, zaposożytkowanie przez *Braconidae*, oraz procent niewylęgniętych poczwerek.

Za zasadniczą podstawę rozważań przyjęliśmy takie wypadki, gdzie z jednej miejscowości posiadamy dane dotyczące różnych lat. Uzyskane wyniki sprawdzaliśmy na większym materiale, pochodzącym już z różnych miejscowości, o tyle jednak mniej pewnym, że trudno jest ustalić, który rok stanowi początek masowego pojawu *A. crataegi* L. w danej miejscowości.

Badania prowadzone w Puławach i Skowieszynie koło Puław (tabl. 3) wskazują na wzrost śmiertelności w gniazdach zimowych w drugim roku masowego pojawu i mniej wyraźny dalszy jej wzrost w trzecim roku. Zestawienie ogólne (tabl. 5) potwierdza te dane, pozwalając na wniosek, że poczynając od lat przedgradowych (Zawada i Kielce w r. 1954) śmiertelność w gniazdach zimowych wzrasta bardzo szybko, przekraczając już w drugim roku pojawu masowego 50% ogólnej ilości gąsienic. Jak kształtuje się to w koń-

Tabela 5. Procent martwych gąsienic w gniazdach zimowych wiosną w kolejnych latach gradacji

Miejscowość i rok		Rok trwania gradacji	Procent martwych gąsienic	Uwagi
Kluczkowice	1954	0 ?	47,9	brak gradacji
Zawada pow. Zamość	1954	0	13,6	
Kielce	1954	0	14,6	
Puławy 1	1955	I	25,4	
Puławy 1	1956	II	56,6	nisza ekologiczna
Puławy 2	1956	II	64,5	
Skowieszyn 2	1956	II	57,9	
Skowieszyn 1	1956	II	52,8	
Nowogród	1954	II	21,8	
Skowieszyn	1957	III	64,6	

cowych latach pojawu, trudno w tej chwili powiedzieć. Osobnego omówienia wymagają Kluczkowice (pow. Opole Lubelskie) należące jak się zdaje do terenów, gdzie masowe pojawy *A. crataegi* L. w ogóle nie występują. Z drugiej strony miejscowość ta sąsiaduje bezpośrednio z terenami, gdzie rok 1954 był już drugim rokiem gradacji. Trudno więc rozstrzygnąć, co wpłynęło tu na tak wysoki procent śmiertelności. Podobnie odrębne stanowisko zajmuje Nowogród (pow. Lublin), który wraz z sąsiednimi okolicami stanowi prawdopodobnie jedną z nisz ekologicznych, w których *A. crataegi* L. stale występuje w znacznym nasileniu. Tym może się tłumaczyć niski procent śmiertelności w Nowogrodzie, pomimo, że rok 1954 był tam co najmniej drugim rokiem trwania masowego pojawu.

Podobnie widać wzrost procentu gąsienic zapasożytowanych przez *Braconidae* (tabl. 6) w trzecim roku pojawu masowego w Puławach i Skowieszynie. W występowaniu *Braconidae* zaznaczyły się duże różnice lokalne, spowodowane prawdopodobnie rozmieszczeniem ich dodatkowych żywicieli.

Tabela 6. Wzrost ilości zapasożytowanych przez *Braconidae* gąsienic analizowanych tuż po opuszczeniu gniazd zimowych

Miejscowość i roślina	Wiosna 1956 (II)	Wiosna 1957 (III)	Wzrost śmiertelności
Puławy 1 jabłoń	30,4%	37,1%	7,3%
Skowieszyn jabłoń	6,5%	22,9%	16,4%

Warunki lokalne odgrywają, jak się zdaje, znaczną w ogóle rolę, jeśli chodzi o śmiertelność *A. crataegi* L. W naszych badaniach zaznaczyło się to wyraźnie przy porównaniu dwu sadów w Puławach. W jednym z nich (Puławy 2) zarówno pierwotniak *Nosema*: który jak wydaje się znacznie zwiększa śmiertelność gąsienic w gniazdach zimowych (Lipa 1957) jak i *Braconidae*, wystąpiły w znacznie większym nasileniu niż w drugim. Również nieco wyższa była tam śmiertelność w gniazdach zimowych. Podobnie, porównując dwa sady w Skowieszynie, widzimy, że jeden z nich (Skowieszyn 1) ma mniejszą śmiertelność poczwerek i gąsienic niż drugi (Skowieszyn 2). Jedynie zresztą w pierwszym sadzie doszło w r. 1954 do gołożeru.

Przy poczwarkach obserwuje się również (na przykładzie Skowieszyna) wzrost śmiertelności w drugim roku (pierwszy rok około 40%, drugi ponad 65%). W miejscowościach należących do terenu niszy ekologicznej śmiertelność poczwarek była (w tymże drugim roku) niższa, bo wynosiła w Kaźmirówce około 43%, a w Łęcznej zaledwie 4%.

Z danych spotkanych w piśmiennictwie zasługują na uwagę dane Krasniuka (1928), odnośnie wzrastania procentu gąsienic porażonych wiosną przez pasożyty i flaszery.

Summary

The influence of the host-plant on the mass-incidence of *Aporia crataegi* L. in Poland was examined. Caterpillars were parasitized by braconids most on *Crataegus*, less heavier on apple and least on plum. Parasitization of the pupae was the same on all host-plants. There were more dead caterpillars in small winter-nests than in large ones and it is concluded, that this may interfere with the influence of the host-plants on the caterpillars. Therefore an influence of the host-plants on the mortality of the caterpillars was not detected. In the area of Puławy the mortality of caterpillars in the second year of the mass-incidence was already more than 50%. It increased in the third year as well as the mortality of the pupae in Skowieczyn. There is usually no mass-incidence of *A. crataegi* L. in the area of Kluczkowice, although it is close to a heavily infested one. Nowogrod/Lublin represents one of the ecological niches, where *A. crataegi* L. occurs regularly. Local differences were observed in two orchards of Puławy. Parasitization of *Nosema* and braconids was more severe in the first orchard than in the second one.

Literatura

1. Zwölfer, W.: Zur Theorie Insektenepidemien. — Biol. Zentralbl. **50**, 1930.
2. Bremer, H.: Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. — Z. ang. Entom. **14**, 1928.
3. Krasniuk, P. I.: Bojarysznica (*Aporia crataegi* L.) Tr. Mlejewskoj Sad.-Ogorod. Opytnoj Stancji nr. 12, Mlejew 1928.
4. Lipa, J. J.: Observations on the development and pathogenity of *Nosema aporiae* n. sp. of the parasite of *Aporia crataegi* L. (Lepidoptera). — Acta Parasitologica Polonica. 1957 (in press).
5. Schwerdtfeger, F.: Grundriß der Forstpathologie. Berlin 1950.
6. Wasiliew, W.: Wreditieli sadowych nasażdenij. Kiew 1955.

Breeding *Pieris brassicae* L. and *Apanteles glomeratus* L. as experimental insects

By W. A. L. David

(Agricultural Research Council, Unit of Insect Physiology, Cambridge)

With 3 Figures

A. Introduction

The culture of *Pieris brassicae* L., the large white butterfly, described in this paper was started with eggs collected in the field in the late summer of 1950. No fresh stock has been intentionally added since though it is impossible to be absolutely certain that no eggs or young larvae have been introduced on the very large quantity of cabbage which has been necessary to feed the larvae. Every care has however been taken to avoid this and in almost all circumstances the introduced wild stock would have been at an earlier

stage of development than the culture and would therefore have been eliminated with the methods employed.

The culture has now been established for six years and during this time it has passed through some forty-five generations. To indicate how prolific the culture has been it may be mentioned that throughout this time there has always been a superabundance of adults at all seasons and a great surplus of fertile eggs. Usually the culture has been free from disease. Only in one or two generations, when the larvae were bred under very crowded conditions, have some died from a bacterial disease, and during 1955 the culture had a more serious attack of the virus disease which was common among wild insects that year. Fortunately the larvae have developed a considerable resistance to the virus though some still succumb.

P. brassicae has proved to be very easy to rear and a most convenient laboratory insect. The eggs, larvae and adults can all be handled without apparent damage.

At this stage *Apanteles glomeratus* L., a larval parasite of *Pieris*, does not call for any special comment except to say that it, too, can be very readily maintained by the methods described.

B. *Pieris brassicae* L.

Equipment

The culture is maintained in a glasshouse. Even after prolonged investigations it has not been possible to get a consistently satisfactory level of mating in artificial light when day-light is excluded. This is apparently not merely due to the lower intensity of the artificial light but depends on other unexplained factors. The temperature in the glasshouse fluctuates considerably but 20 to 25° C. is aimed at during the day though 30° C. may be reached for short periods in the sun and about 15° C. during the night. The relative humidity usually fluctuates over the range 40 to 60 per cent, the drier extremes being avoided by having long open tanks of water on the heating pipes. The ventilation and heating of the glasshouse are adjusted to maintain these conditions and in summer slatted blinds are used.

The adult *Pieris* are kept in a cage measuring 40 × 30 × 36 inches high with glass walls except for the top and half of the front which are covered with muslin (Fig. 1).

The muslin curtain in the front instead of a glass door makes it much easier to partly open the cage without letting the insects escape.

A 500 watt tungsten filament lamp in an enamelled reflector hangs over the cage so that the element is 8 inches above the muslin top. This lamp gives a sunlight effect for 6 hours each day when the sky is overcast. It also heats the cage and the temperature in upper 12 inches or so should reach about 28° C. when the lamp is on. Low temperature supplementary heaters can also be used within the cage in colder conditions. No attempt is made to maintain a constant temperature and it may well be better to allow the cage to cool 10° C. or so at night.

The insects feed on 10 per cent honey solution given in artificial flowers (Fig. 2). The narrow specimen tubes holding the solution are one inch long which is about the maximum depth to which the extended proboscis can reach. In deeper tubes a layer of stale solution tends to collect. The tubes



Fig. 1. The butterfly cage with the muslin curtain which closes half of the front lifted. The stand holding the artificial flowers, the cabbage plant on which the adults lay and the 500 watt tungsten filament lamp in its reflector are also shown.

either have corollas of cellulose acetate painted blue and white stuck on or they have thickened rims and drop into holes with beveled edges in a perspex plate on which the corollas are painted. Blue is used because it has been shown that *Pieris* spontaneously selects blue and purple flowers in preference to other colours (Ilse 1928).

The larvae are kept in cages measuring 12 inches square at the base and 18 inches high. There are boards two inches high around the base on three sides but the remaining parts of these sides and the top are covered with muslin. The boards serve to keep the muslin away from the food debris and

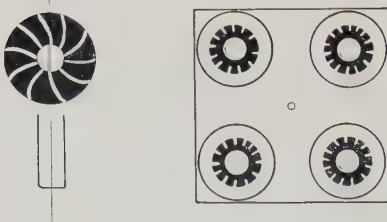


Fig. 2. Two types of artificial flowers used in feeding the butterflies. That on the left consists of a blue and white celluloid disk stuck to the rim of a small tube and is used in the flower stand shown in Figures 1. On the right is a plastic plate on which four 'flowers' have been painted. The honey tubes have thickened rims which support them in the bevelled holes in the centres of the flowers.

the larval excrement. The fourth side of the cage, the front, is divided into two horizontally and closed with two glass plates which slide behind twist-buttons so that they can also be lifted off when covered with pupae. In order that it can be scraped clean the floor of the cage should not be obstructed by a bar across the front. Fluorescent lights are arranged over or behind the cages so that the total light period in which the larvae live can be extended to 16 hours when the natural day length is shorter. This is essential to prevent the formation of diapausing pupae.

Breeding Technique

When the culture was started patches of leaf bearing eggs collected in the field were placed on young potted cabbage plants growing in 3½ inch diameter pots and as soon as they hatched the larvae fed on the fresh foliage.

Now the adults in the stock cage lay directly on the young cabbage plants. Each plant is kept in the cage for a day and then transferred to another muslin covered cage where the eggs and young larvae are protected from parasites. Larvae required to maintain the culture are transferred on the potted plant to one of the larval cages already described. When the first cabbage is consumed the larvae may be given another potted plant, if still small, or they can be fed on cut cabbage leaves. It will be remembered that the day length should not be less than 16 hours.

Here a word may be said about the cabbages required. In the first place the potted seedlings do not grow very well in winter even in heated glasshouses. Their growth can be greatly improved by supplying supplementary light from sodium or mercury vapour lamps as used commercially on other glasshouse crops. Secondly, the larger larvae eat great quantities of cabbage and if a culture is to be maintained all the year round it is necessary to plan a plentiful supply of outdoor cabbage and kale or a similar crop which will withstand the winter.

When the larvae are fully fed the majority are allowed to pupate on the cage walls and the remaining larvae and debris are then removed from the



Fig. 3. The adults of *Pieris brassicae* L. feeding on the artificial flowers.

cage. The pupae may be left here until the adults emerge or they can be cut down after they have hardened. The adults so obtained are transferred to the adult cage. Some 200–300 insects may be released into this cage when it is restocked but the actual number is not important though it is probably advisable to start with at least 50 pairs. Under these conditions feeding, mating and oviposition occur readily.

Biological data on the insects

With the variable conditions of temperature which occur in the glass-house the eggs hatch after about 6 days. The larvae take between 16 and 24 days to feed and the pupal period lasts from about 17 to 30 days. Egg laying commences 2 to 3 days after the adults emerge but it does not reach a maximum for a further 2 to 3 days. On the average therefore a generation takes 7 to 9 weeks. If all stages are maintained at a constant temperature of 28° C. a generation is completed in 3 weeks. Further details concerning the culture are given in Table 1.

Table 1. Some data on the biology of *Pieris brassicae* L. in laboratory cultures and in the field. The data for wild specimens are from Frohawk, 1934

Stage:	Laboratory bred insects:	Wild insects:
Eggs		
Number laid per batch	55	41–100
Days to hatch	6: glasshouse 4: 28° C 6.5: 20° C 17: 13.5° C	4.5: warm weather 17: cold weather
Percentage hatch	100: all temps	100
Larvae		
Days from hatching to pupation	16–24: glasshouse 14: 28° C 19: 20° C 60: 12.5° C	32–34
Number of larval moults	5: all temps	5
Length of final instar (m.m.). . .	40	41.3
Pupae		
Duration of pupal period in days	17–30: glasshouse 9–10: 25° C	14
Average length of pupa (m.m.). .	25	25.4
Adults		
Length of life days	5–13 majority others up to 36: glasshouse	25 approx
Wing span (m.m.)	56 ♂, 58.5 ♀: bred 28° C	63.5 ♂, 76.2 ♀.

C. *Apanteles glomeratus* L.

Equipment

The only additional equipment necessary for breeding *A. glomeratus*, provided a *P. brassicae* culture is available, is a cage about 12 inches square. This should be covered with fine muslin and fitted with a tightly closing door to contain the insects.

Breeding Technique

The characteristic yellow *Apanteles* cocoons were collected and when the adults emerged some of each sex were selected and placed in a cage. They were fed on dabs of undiluted honey and were also given drinking water on pads of cotton wool.

The parasites lay their eggs in young larvae of *Pieris* and choose those not more than 2-3 days old (Picard 1922; Moss 1933). Potted cabbage plants from the *Pieris* culture bearing larvae of this age were placed in the cage with the parasites. It is necessary to adjust the relative number of larvae and parasites if a high level of parasitism is required. The larvae were removed 1 or 2 days later and fed in the usual way. Just before the *Pieris* larval pupate the *Apanteles* larvae bore their way out and spin their cocoons besides the dying host. The adults emerged about 15-20 days later and it was noted that adult *Pieris* derived from unparasitized larvae also appeared at about the same time.

The adults are capable of ovipositing soon after emergence under glass-house conditions. Their life may be prolonged by keeping them under cool, fairly humid conditions in a darkened room.

D. Summary

The equipment necessary and the method to be followed for rearing large numbers of *Pieris brassicae* L. all the year round are described in detail. The recommendations are based on experience gained with a culture which has been maintained in the laboratory continuously for six years. The adults are kept in day-light and are fed on honey solution. They lay on small potted cabbage plants and the larvae are reared at a day length of not less than sixteen hours to prevent diapause.

A culture of *Apanteles glomeratus* L. can be readily maintained by exposing the newly hatched *Pieris* larvae to the adult parasites.

E. References

- Frohawke, F. W., 1934: The complete book of British butterflies. pp. 1-384. Ward, Lock & Co., London and Melbourne.
- Ilse, D., 1928: Über den Farbensinn der Tagfalter. - Z. vergl. Physiol. 8, 658-692.
- Moss, J. E., 1933: The natural control of the cabbage caterpillars, *Pieris* spp. — J. anim. Ecol. 2, 210-231.
- Picard, F., 1922: Contribution à l'étude des Parasites de *Pieris brassicae* L. — Bull. biol. 56, 54-139.

Ein Vergleich des europäischen und des nordamerikanischen Tannentriebwicklers (*Choristoneura murinana* (Hb.) und *C. fumiferana* (Clem.))¹⁾

Von Jost Franz

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

Mit 4 Abbildungen

I.

Vergleichende populationsdynamische Untersuchungen an Insekten in zwei verschiedenen Kontinenten erscheinen besonders aussichtsreich, wenn

- a) die gleiche Art durch natürliche Ausbreitung oder Verschleppung beide Gebiete besiedelt hat, oder
- b) sehr nahe verwandte Arten sich in beiden Kontinenten vertreten.

In beiden Fällen ergeben sich Ansatzpunkte für die Lösung einer der aktuellsten Fragen der angewandten Entomologie: Warum bleiben manche Arten dauernd unauffällig, während andere temporär oder permanent zu Übervermehrungen kommen (vgl. Schwerdtfeger 1954) und warum unterscheiden sich die Gradationstypen der einzelnen Arten (Thalenhorst 1953; Schwenke 1955).

Beispiele für die unter a) genannte Frage sind vergleichende Studien an verschleppten Schadinsekten, so über den Massenwechsel der Tannenstamm-*laus* [*Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (Ratz.)] in Nordamerika (Balch 1952) und Europa (Franz 1954; Karafiat et Franz 1956), und die Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenblattwespe [*Diprion hercyniae* (Htg.)] in Nordamerika (z. B. Balch & Bird 1944; Prebble 1941) und Europa (Thalenhorst 1955).

Für einen Vergleich gemäß (b), der bisher in der einschlägigen Literatur noch kaum bearbeitet sein dürfte, bieten sich der europäische und der nordamerikanische Tannentriebwickler an [*Choristoneura* (*Cacoezia*) *murinana* (Hb.) und *Choristoneura fumiferana* (Clem.)]; ihre Lebensweise ist so ähnlich, daß der Vergleich sinnvoll erscheint²⁾.

In der folgenden skizzenhaften Gegenüberstellung soll zuerst das beiden Arten Gemeinsame, dann das Unterschiedliche betrachtet werden.

¹⁾ Zweiter Beitrag zu „Populationsdynamik und biologische Bekämpfung des Tannentriebwicklers“, gemeinsam bearbeitet von J. Franz und H. Löhrl; Beitrag 1: Nachrbl. d. Dtsch. Pflanzenschutzbd. (Braunschweig) 8, 177–180, 1956.

²⁾ Vergleichende Beobachtungen an *C. fumiferana*, dem „spruce budworm“ in Kanada, wurden mir durch ein Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Sommer 1956 ermöglicht, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei. Ohne die selbstlose Hilfe und Beratung meiner kanadischen Kollegen und hervorragenden Kenner von *C. fumiferana* wäre es unmöglich gewesen, nach relativ kurzer Beobachtung zu allgemeinen Aussagen zu kommen; bedankt seien vor allem die Herren Dr. R. E. Balch, Dr. R. F. Morris mit seinen Mitarbeitern und Dr. F. E. Webb (alle Fredericton, N.B.).

II.

Die Übereinstimmungen in Lebensablauf, Verhalten und Vertilgerkreis beider betrachteten Arten sind verblüffend. Beide legen ihre Eier im Hochsommer auf die Nadeln von Tannen (*Abies*). Die Eirauen fressen im Geburtsjahr nicht mehr, sondern suchen sich in der Baumkrone ein Versteck, spinnen es zum „Hibernaculum“ aus, häuten sich zur L_2 und überwintern als solche. Im Frühling werden sie etwa zur Zeit des Knospenschiebens aktiv und fressen an Blüten, Triebknospen sowie fertigen Maitrieben. Fraßweise und Schaden sind bis auf unten zu besprechende Ausnahmen gleich. Einer kurzen Puppenruhe in der Krone folgt ein Falterflug, der vorwiegend nachts stattfindet. Bei Übervölkerung auf der Krone spinnen sich so viele Jungraupen ab, daß die Verjüngung und andere Nadelhölzer auch befallen werden. Auch die natürlichen Feinde beider Tannentriebwickler stimmen weitgehend überein. Beide haben Kapsel-Virosen (Granulosen), Polyeder-Virosen¹⁾ und Mikrosporidiosen. Von den die Erstlarve anstechenden Schlupfwespen sind die Arten der Gattung *Glypta* und *Apanteles* völlige Parallel-Arten²⁾ mit sehr ähnlicher Morphologie und an diesen Wirt angepaßter Lebensweise; auch eine *Meteorus*-Art als Larvenparasit gibt es bei beiden Wicklern³⁾. Bei den Puppenparasiten ist die Übereinstimmung geringer, doch fehlen hier bei beiden Wicklern die für das Raupenstadium so typischen univoltinen, spezifischen Parasiten. Gemeinsam ist beiden Arten ferner, daß sich bei einer Gradation eine große Zahl von Vogelarten an der Vertilgung der Raupen und Puppen beteiligt. In Europa dominieren Meisen (*Paridae*), Eichelhäher (*Corvidae*), Rotspecht (*Picidae*) und Buchfink (*Fringillidae*); in Nordamerika warblers (*Parulidae*), vireos (*Vireonidae*), kinglets (*Sylviidae*), Finken (*Fringillidae*) und chickadees (*Paridae*). Schließlich stimmen auch beide Arten morphologisch weitgehend überein, besonders im Schuppenmuster der Falter und im Borstenmuster der Raupen⁴⁾.

III.

Diese vielen Übereinstimmungen sind zweifellos ein Zeichen phylogenetischer Verwandtschaft. Ihnen stehen eine Reihe von Unterschieden gegenüber, von denen der verschiedene Gradationstyp am auffälligsten ist, was sich auch in einer verschiedenen wirtschaftlichen Bedeutung äußert. In Nordamerika ist der spruce budworm fraglos der wichtigste Forstschädling. Seine Übervermehrungen vernichten in den Kalamitätsjahren Waldflächen, die der Größe europäischer Länder entsprechen. Demgegenüber sind die Schäden durch *C. murinana* stets zweitrangig und örtlich wie zeitlich begrenzt.

Angesichts dieser Unterschiede fragt es sich, ob sie durch die lokal differierenden Lebensbedingungen, durch Verschiedenheiten der Wickler oder durch beides gemeinsam bedingt sind. Zu einer umfassenden Analyse reichen weder

¹⁾ Bei *C. fumiferana* sind eine Kern- und eine Plasma-Polyedrose, bei *C. murinana* nur eine Kern-Polyedrose nachgewiesen.

²⁾ Bei *C. murinana* im gesamten Verbreitungsgebiet: *Glypta murinanae* Bauer und mehrere *Apanteles*-Arten, unter denen eine noch neu zu beschreibende Art nach brieflicher Mitteilung von Herrn G. E. J. Nixon (Brit. Museum, London) dominiert. Bei *C. fumiferana*: *Glypta fumiferanae* (Vier.) und mehrere *Apanteles*-Arten, vor allem *A. fumiferanae* (Vier.).

³⁾ Bei *C. murinana*: *Meteorus ruficeps* Nees; bei *C. fumiferana*: *M. trachynotus* Vier.

⁴⁾ Letzteres nach noch unpublizierter Untersuchung meiner Mitarbeiterin Dr. G. Wittig.

unsere Kenntnisse noch der verfügbare Raum. So sind die folgenden Gesichtspunkte nur als vorläufige Materialsammlung zu werten.

a) Fraßpflanze

Die für die Entstehung von Massenvermehrungen des spruce budworm entscheidende Nahrungspflanze ist die Balsamtanne (*Abies balsamea*) in zusammenhängenden Beständen der letzten Altersklasse (Morris & al. 1956). Nach einigen Jahren mit warmer Frühsommer-Witterung und starker Blütenbildung ist der Vermehrungs-Impuls der Wicklerbevölkerung so groß, daß selbst widrige Witterungsbedingungen den Lauf der Übervermehrung nicht abstoppen vermögen. Derartige Kalamitäten entstehen im natürlichen Optimum der Balsamtanne in reinen oder fast reinen Beständen.



Abb. 1.
Starke Produktion
männlicher Blüten
an Balsamtanne.
(Phot. J. Franz.)

Demgegenüber ist für *C. murinana* in Europa die Weißtanne (*Abies pectinata*) die einzige maßgebende Fraßpflanze. An ihr entwickeln sich gelegentlich Übervermehrungen unseres Wickers, doch können selbst starke Gradationen von *C. murinana* durch ungünstige Witterungseinflüsse bedingt plötzlich abklingen [Franz 1940 (a)]. Die Kalamitäten beschränken sich vorwiegend auf Gebiete außerhalb der optimalen Tannenzone, zumeist auf zu trockene und warme Standorte in Reinbeständen (Schimitschek 1942; Eidmann 1949). Im Schwarzwald war vor Einführung reiner Tannenwirtschaft der Tannentriebwickler unbekannt. Erst das Verschwinden der in tieferen Lagen natürlichen Eichenbeimischung zu Ende des 19. Jahrhunderts machte dort aus dem unauffälligen Tanneninsekt eine gradierenden Schädling.

Beide Wicklerarten bevorzugen zu Beginn der Vegetationsperiode Blütenpollen als Nahrung. Das Angebot ist bei der bis tief in die untere Krone blühenden Balsamtanne viel reichlicher (Abb. 1) als bei der Weißtanne mit ihren kleineren, auf die obere Krone beschränkten männlichen Blüten.

Das natürliche Ende einer Gradation von *C. fumiferana* an alten Balsamtannen ist der wiederholte Kahlfraß mit folgendem Absterben des Waldes. Trotz der relativ langen Lebensdauer der Nadeln am Zweig (6 bis 12 Jahre) erliegen ausgewachsene Tannen 5–6jähriger Entnadelung. In Europa sind allein durch *C. murinana* bedingte Abgänge selten, obwohl die Nadeln

der Weißtanne nur 4–5 Jahre überleben. Hier werden bereits geschwächte Stämme meist von einem Heer von Folgeschädlingen angegriffen und endgültig abgetötet (z. B. Franz 1940 (b); Čapek & al. 1957). In Nordamerika spielen diese Sekundärschädlinge dagegen keine bedeutende Rolle für das Absterben der Stämme (Belyea 1952).

Einige wesentliche Unterschiede des Massenwechsels lassen sich also bereits als durch die Nahrungspflanze und übrige Fauna (Sekundärschädlinge) bedingt deuten.

b) Verhalten

Der Gradationsablauf von *C. fumiferana* bleibt bis zum Totfraß der Bestände von Witterungseinflüssen fast unbeeinflusst, wenn nur die Startbedingungen (alter Balsamtannen-Bestand, Blütejahre, Strahlungswetterlage) günstig waren (siehe oben); daraus darf man schließen, daß ein gegen Witterungsfaktoren besonders empfindliches Stadium bei dieser Art fehlt. Demgegenüber hat sich die L_2 von *C. murinana* nach der Überwinterung, beim Einbohren in die Knospen, als gegen Witterung und gegen Inkoinzidenz von der Knospentwicklung mit dem Aktivitätsbeginn besonders empfindlich herausgestellt¹⁾



¹⁾ Ältere Stadien (L_3 und L_4) sind wieder weniger empfindlich; nach Spätfrost fanden wir sie bei Baden-Baden lebend in erfrorenen Maitrieben der Tanne.



Abb. 2. *C. fumiferana*-Jungraupe (L_2) beim Einbohren in Altnadel der Balsamtanne, bevor die Knospe sich zu strecken beginnt. (Phot. J. Franz.)

[Franz 1940 (a)]. Diese Unterschiede werden verständlich, wenn man das Verhalten der Raupen im Frühling vergleicht. *C. fumi-*

Abb. 3.
2 Einbohrgespinste (▼) von *C. fumiferana*-Jungräupen (L_2) in noch geschlossene Knospen der Balsamtanne. (Phot. J. Franz.)

ferana kann sich sowohl in Altnadeln als auch in noch geschlossene Knospen einbohren (Abb. 2 und 3). Dieses Minieren ist sogar eine sehr regelmäßig von einem großen Teil der Jungraupen eingeschaltete Tätigkeit, bevor die wachsenden Jungnadeln in der schiebenden Knospe befressen werden (McGugan 1954). Die Raupen vom spruce budworm sind somit gegen etwaige Inkoinzidenz von eigenem Aktivitätsbeginn mit dem Schieben der Triebknospen wenig empfindlich. Auch die Altraupen von *C. fumiferana* sind weniger wählerisch bei der Futterwahl als die von *C. murinana*, denn sie können zur Not von Altnadeln leben.

Anders bei *C. murinana*: Die Räupchen dieser Art vermögen sich nur in Knospen einzubohren, wenn sich diese schon gestreckt haben, so daß nur noch die dünnen Hüllen durchbissen werden müssen (Abb. 4). Die Knospenschuppen sind für sie ebenso undurchdringlich wie die Cuticula von Altnadeln. Bietet



Abb. 4. *C. murinana*-Jungraupe (L_2) beim Einbohren in die „geschobene“ Knospe der Weißtanne, oberhalb der holzigen Knospenschuppen. (Phot. J. Franz.)

man aktiv gewordenen Jungraupen im Frühling im Versuch nur geschlossene Knospen und Altnadeln, so verhungern sie. Die Altraupen der europäischen Art sind allein auf diesjährige Nadeln angewiesen und erschöpfen daher bei viel geringerer Populationsdichte den vorhandenen Nahrungsvorrat.

Beide an sich unauffälligen Verhaltensunterschiede haben, wie wir sahen, größte populationsdynamische Konsequenzen.

IV.

Es lassen sich noch einige andere Unterschiede beider Tannentriebwickler anführen, so die Nahrungsspezifität, Vermehrungskraft, Vagilität der Falter, Puppenparasitierung u. a. Der beschränkte Raum verbietet es, hierauf einzugehen. Die zuvor geschilderten Unterschiede scheinen jedoch besonders entscheidend für das kausale Verständnis des abweichenden Charakters

der Gradationstypen beider Arten. Jeder Versuch zur quantitativen Analyse des Massenwechsels ist notwendig zur Kenntnis dessen, was sich anlässlich einer Gradation tatsächlich in der Natur abspielt. Auf diesem Gebiet sind die langfristigen Untersuchungen von R. F. Morris und seinen Mitarbeitern in Kanada am spruce budworm vorbildlich, die in einer mitten in unbeeinflussten Wald gelegenen Station (Green River Station) in New Brunswick seit 10 Jahren fortgeführt werden. Demgegenüber ist unser Wissen über den Massenwechsel des europäischen Tannentriebwicklers nur Stückwerk. Dieser Beitrag soll andeuten, daß sich im Sinne der von Thalenhorst (1953) betonten

qualitativen Seite des Massenwechselgeschehens auch durch eine vergleichende Betrachtung zweier ähnlicher Arten mit ihren Fraßpflanzen und eine detaillierte Verhaltensforschung manches zum Verständnis der Gradationstypen beitragen läßt, was sich der quantitativen Analyse allein nicht erschließt.

Zusammenfassung

Der europäische und der nordamerikanische Tannentriebwickler, *Choristoneura murinana* (Hb.) und *C. fumiferana* (Clem.), stimmen bezüglich ihrer Morphologie, Bionomie, ihres Verhaltens und Verteilungskreises weitgehend überein. Gewisse Differenzen ihrer Gradationstypen werden einerseits mit Unterschieden ihrer Hauptnährpflanzen, *Abies pectinata* bzw. *Abies balsamea*, andererseits mit verschiedenem Verhalten der beiden Wicklerarten selbst beim Einbohren in Knospen und Nadeln nach der Überwinterung in Zusammenhang gebracht. Die Bedeutung qualitativer Gesichtspunkte in der Massenwechselforschung wird betont.

Summary

The European and North American spruce (= fir) budworm, *Choristoneura murinana* (Hb.) and *C. fumiferana* (Clem.), are very similar with regard to their morphology, bionomy, behaviour, and natural enemies. Some differences in their type of outbreaks are related here with differences of their main food plants, *Abies pectinata* resp. *Abies balsamea*, as well as with slightly differing behaviour of both tortricids when mining into buds and needles after hibernation. The value of qualitative view points is stressed in population dynamics.

Literatur

- Balch, R. E.: Studies of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (Ratz.) and its effect on balsam fir, *Abies balsamea* (L.) Mill. — Canada, Dept. Agr. Publ. 867, 1952.
- Balch, R. E. and Bird, F. T.: A disease of the European spruce sawfly, *Gilpinia polytoma* (Htg.), and its place in natural control. — Sci. Agr. 25, 65–80, 1944.
- Belyea, R. M.: Death and deterioration of balsam fir weakened by spruce budworm defoliation in Ontario II. — J. Forestry 50, 729–738, 1952.
- Čapek, M., Charvat, K. and Patočka, J.: Zur Problematik der forstlichen Entomologie in der Slowakei. — Anz. f. Schädlingsskde. 30, 17–23, 1957.
- Eidmann, H.: Verbreitung und Schadgebiete des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb. (Lep., Tortricidae). — Anz. f. Schädlingsskde. 22, 103–107, 1949.
- Franz, J.: Der Tannentriebwickler (*Cacoecia murinana* Hb.). Beiträge zur Bionomie und Ökologie. — Zschr. angew. Ent. 27, 345–407, 585–620, 1940 (a).
- — Lebensweise und forstliche Bedeutung des Tannentriebwicklers (*Cacoecia murinana* Hb.). — Forstw. Cbl. 62, 143–154, 1950 (b).
- — Zum Vorkommen und Massenwechsel der Tannenstammlaus *Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (Ratz.) in Nordamerika und Europa. — Verh. Dtsch. Ges. f. angew. Entom. (1952), 117–124, 1954.
- Karafiat, H. and Franz, J.: Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (Ratz.) (Hemipt., Adelgidae). — Zool. Jahrb. (Systematik) 84, 467–504, 1956.
- McGugan, B. M.: Needle-mining habits and larval instars of the spruce budworm. — Can. Entom. 86, 439–454, 1954.
- Morris, R. F., Miller, C. A., Greenbank, D. O. and Mott, D. G.: The population dynamics of the spruce budworm in eastern Canada. — Proc. 10. Int. Congr. Entom., Montreal (1956) (im Druck).
- Prebble, M. L.: The diapause and related phenomena in *Gilpinia polytoma* (Hartig), I–V. — Can. J. Res. 19, 295–454, 1941.
- Schimitschek, E.: Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. — Mitt. Herm. Gör. Akad. d. Dtsch. Forstwiss. 1, 77–109, 1942.
- Schwenke, W.: Zur Grundlegung der vergleichenden Untersuchungsmethode in der Gradologie der Insekten. — Beitr. Entom. 5, 237–245, 1955.

- Schwerdtfeger, F.: Grundsätzliches zur Populationsdynamik der Tiere, insbesondere der Insekten. — Allg. Forst- u. Jagdztg. **125**, 200–209, 1954.
- Thalenhorst, W.: Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen. — Ztschr. angew. Ent. **35**, 168–182, 1953.
- Zur Kenntnis der Fichten-Blattwespen. III. Die Apparenzen der Diprionini. — Ztschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **62**, 353–361, 1955.

Maßnahmen zur Bekämpfung der *Dendroctonus*-Epidemie in den Kiefernwäldern Guatemalas

Von F. Schwerdtfeger, Göttingen

Mit 5 Abbildungen

In Guatemala (Mittelamerika) werden seit Jahrzehnten — vielleicht gar seit Jahrhunderten — die Kiefernwälder bestimmter Höhenlagen von Borkenkäfer-Schäden heimgesucht, die zum Absterben einzelner oder gruppenweise beisammenstehender Stämme führen. Damit wird das Gefüge der Kiefernbestände durchlöchert. Durch Ausdehnung und Zusammenfließen der ursprünglich begrenzten Schadenhorste kommt es zur flächigen Vernichtung der Wälder, die sich über viele Quadratkilometer erstrecken kann. Wir stoßen heute in den Altos Cuchumatanes, in der Sierra Maria Tecúm, an den Hängen der Vulkane Agua und Tajumulco und an vielen anderen Orten auf geradezu grauenhafte Bilder der Waldzerstörung, die von länger zurückliegendem oder auch von frischem Käferbefall zeugen (Abb. 1).



Abb. 1. Durch *Dendroctonus adjunctus* verwüsteter Wald in den Altos Cuchumatanes in Guatemala.

Die Schäden finden sich ausschließlich in Beständen von *Pinus rudis* Endl. und vorwiegend in Höhenlagen zwischen 2800 und 3400 m. Die übrigen in Guatemala anzutreffenden Kiefernarten bleiben verschont.

Über die Ursache der Schäden hat man bis vor kurzem keine klaren Vorstellungen gehabt. Zwar war nicht zu übersehen, daß Befall durch Scolytiden beteiligt war: der sich zu auffälligen Trichtern formende Harzausfluß (Abb. 2



Abb. 2. Harztrichter von *Dendroctonus adjunctus* an *Pinus rudis*, Altos Cuchumatanes, Guatemala.

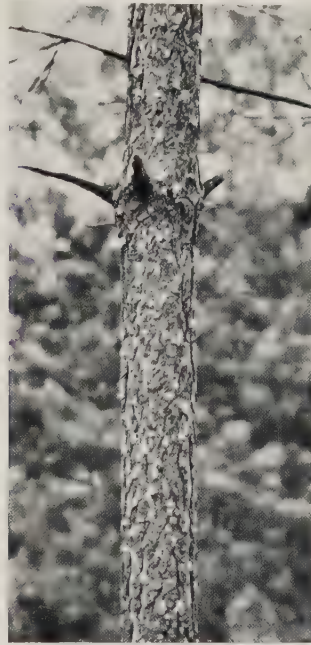


Abb. 3. Stark von *Dendroctonus adjunctus* befallene Kiefer mit zahlreichen Harztrichtern. Bei Momostenango, Guatemala.

und 3) und die kennzeichnenden Gänge auf der Innenseite der abgehobenen Rinde und auf dem Holzkörper (Abb. 4) zeigten dies eindeutig. Doch hielten die meisten Beobachter den Borkenkäferbefall für sekundär. Die primäre Ursache glaubten sie in physiologischen Störungen, Wurzelfraß von Engerlingen, Auftreten von Schildläusen und dergleichen sehen zu können.

Auch über die beteiligten Scolytiden-Arten herrschte Unklarheit. Erst die 1951/52 von G. Becker eingeleiteten und vom Verfasser fortgeführten Untersuchungen konnten nachweisen, daß als Urheber der in den Befallsgebieten anzutreffenden Borkenkäfer-Fraßbilder nahezu ausschließlich *Dendroctonus adjunctus* Blandf. anzusehen ist (Abb. 5). Die drei anderen, in Guatemala vorkommenden *Dendroctonus*-Arten, *D. mexicanus* Hopk., *D. parallelcollicis* Chap. und *D. valens* Lec. sind nicht oder höchstens in völlig untergeordnetem Maße beteiligt.

Darüber hinaus konnte Verfasser feststellen, daß in dem Beobachtungsjahr, in welchem er seine Untersuchungen anstellte, der Befall durch *Dendro-*



Abb. 4. Fraßbild von *Dendroctonus adjunctus* an *Pinus rudis*. Sierra Maria Tecúm, Guatemala.

ctonus adjunctus völlig primär erfolgte und diese Art allein für das Absterben der infizierten Kiefern verantwortlich war. In zahlreichen Fällen konnte der gleiche Infektionsweg verfolgt werden. Ausgangspunkt des Frischbefalls war regelmäßig ein einzelner, kürzlich gefällter Stamm oder eine Anzahl jüngst gefällter Kiefern. Offenbar hatten diese, vermutlich durch Geruchsreiz, aus der näheren und weiteren Umgebung schwärmende und fortpflanzungsbereite Käfer ange-

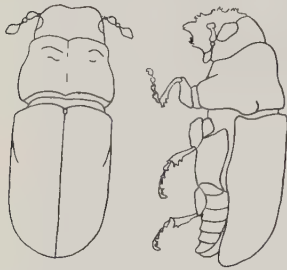


Abb. 5. Habitusbild von *Dendroctonus adjunctus*. 7/1.

lockt. Die Käfer hatten aber nicht oder nur in Ausnahmefällen die liegenden Stämme angegangen, sondern waren in unmittelbar benachbarte, stehende und dem Augenschein nach völlig gesunde Stämme eingedrungen. Auf die Deutung dieses eigentümlichen und höchst-interessanten Tatbestandes kann hier nicht eingegangen werden¹⁾.

Die Frage nach den zur Bekämpfung der *Dendroctonus*-Kalamität tauglichen Maßnahmen hat von dem ermittelten Infektionsweg auszugehen; gleichzeitig ist die derzeitige forstwirtschaftliche Situation in Rechnung zu stellen. Als nächstliegende

1. Maßnahme der Vorbeugung wäre

a) das Abstellen aller unregelmäßig gefällten Hiebe anzusehen. Die hier und dort gefällten Bäume, die liegenbleibenden ungenutzten Stammstücke führen immer wieder zur Konzentration der Käfer und zu Befall stehenden Holzes. Aber die Bevölkerung des Landes hat von jeher den Wald als Ausbeutungsobjekt angesehen, den sie nutzen und aus dem sie das gewünschte Holz entnehmen kann, wann und wo es gefällt. Das seit einiger Zeit bestehende Forstgesetz, welches den Wald einer geregelten Nutzung unterwirft, bleibt bedeutungslos, solange es nicht genügend Forstleute gibt, die auf die Einhaltung der Vorschriften achten können. So ist die genannte Forderung kaum zu erfüllen. Trotzdem muß sie aufrecht erhalten werden; denn die ständigen unregelmäßig gefällten Hiebe sind der entscheidende Umstand, daß die Kalamität nicht zu einem Ende kommt. Wenn die *Dendroctonus*-Schäden aufhören sollen, muß die Nutzung der gefährdeten Kiefernwälder dahin gelenkt werden, daß Hauungen nur noch während der Wintermonate November bis März erfolgen und alles lockfähige Holz bis Anfang April abgefahren ist. Während der genannten Monate tritt in den Hauptschadgebieten um 3000 m Höhe ein Stillstand in der Käferentwicklung ein; Neuinfektion kann nicht erfolgen.

b) Der Anbau anderer Holzarten als der höchst und allein gefährdeten *Pinus rudis* wäre als weitere Vorbeugungsmaßnahme zu nennen. Er ist nur durchzuführen bei Neuaufforstungen, die vorläufig kaum erfolgen, ohne die man aber bei dem ständigen Waldschwund auf die Dauer nicht auskommen wird. Bis zu 3100 m Höhe wird sich *P. rudis* an vielen Stellen durch andere heimische Kiefern, namentlich *P. ayacahuite* Ehr. und *P. pseudostrobus* Lindl., und durch Zypressen ersetzen lassen. Es wäre umso eher zu vertreten, als diese Baumarten der *Pinus rudis* sowohl waldbaulich als auch holztechnologisch

¹⁾ Einzelheiten über die durchgeführten Untersuchungen und ihre Ergebnisse sowie über das Ausmaß, die Geschichte und die wirtschaftliche Bedeutung der *Dendroctonus*-Epidemie in Guatemala sind in einer Arbeit zusammengestellt, welche in der Zeitschrift für angewandte Entomologie erscheinen wird. Hier ist auch das Schrifttum nachgewiesen.

nicht nachzustehen scheinen. Oberhalb der genannten Höhenstufe ist allerdings *P. rudis* die einzige heimische Holzart, die bis zur Baumgrenze hochsteigt. Es wäre die Frage zu prüfen, ob sich in diesen Höhenlagen nicht ausländische Koniferen-Arten aus mehr nördlichen Ländern, etwa aus Mexiko oder den Vereinigten Staaten, mit Erfolg und ungefährdet durch *Dendroctonus* anbauen lassen.

2. Maßnahmen der Bekämpfung haben das Ziel, die Brut im befallenen Stamm zu vernichten, ehe der Jungkäfer ausfliegt und neuen Schaden anrichtet. Die Verfahren müssen unterschiedlich sein, je nachdem ob die Mutterkäfer noch bei der Eiablage sind oder bereits den Stamm verlassen haben. Im letzten Falle, d. h.

a) nach dem Ausfliegen der Altkäfer, wenn im Stamm mehr oder weniger ausgewachsene Larven, Puppen und Jungkäfer anzutreffen sind, ist der Stamm, nachdem er gefällt wurde, zu entrinden und die Rinde zu verbrennen. Die in der Bast-schicht der Rinde sitzenden und großenteils beim Entrinden zu Boden fallenden Junglarven gehen zugrunde; die inmitten der Rinde sitzenden Altlarven, Puppen und Jungkäfer werden im Feuer vernichtet. Zusätzliche chemische Maßnahmen erübrigen sich und würden auch für die unentwickelte Forstwirtschaft des Landes zu kostspielig sein. Zu prüfen wäre, ob nicht das Entrinden allein ohne Verbrennen der Rinde eine ausreichende Wirkung besitzt, wenn die Rindenstücke auf dem Boden ausgebreitet und der Sonnenstrahlung ausgesetzt werden; ferner, ob nicht auch das Entrinden gespart werden kann, indem man den gefällten, berindeten Stamm in die Sonne legt und, um die Strahlung auf allen Seiten wirksam werden zu lassen, nach einiger Zeit wendet. Bei dem nordamerikanischen *Dendroctonus brevicornis* Lec., dessen Larven wie diejenigen von *D. adjunctus* zunächst in der inneren Bast-schicht fressen und dann in die äußere Borke eindringen, wurde hohe bis vollständige Abtötung der Brut festgestellt, wenn die Temperatur in den auf dem Boden ausgebreiteten Rindenstücken 38–49° C erreichte. Derartige Wärme-grade dürften unter der tropischen Sonne vermutlich ohne Schwierigkeit zu erzielen sein.

b) Wenn der Altkäfer noch im Stamm und bei der Eiablage ist, würde durch die vorgenannte Maßnahme, durch das Entrinden des Stammes oder sein langsames Erwärmen in der Sonne, die bereits abgelegte Brut zwar vernichtet, der Käfer aber ausgetrieben und zum Befall eines anderen Baumes zwecks Fortführung der unterbrochenen Eiablage veranlaßt. Es müßte also so vorgegangen werden, daß der Käfer in dem einmal befallenen Baum bleibt und seine Eiablage hier zu Ende führt, daß aber die Brut zugrunde geht. Einen Hinweis für ein derartiges Verfahren gibt die andernorts näher dargelegte Mut-maßung, daß die Junglarve auf lebendfrisches oder nahezu lebendfrisches Bastgewebe angewiesen ist. Trifft diese Annahme zu, so müßte es im frühen Stadium des Befalls, wenn noch keine Altlarven vorhanden sind, möglich sein, durch schnelles Austrocknenlassen des Bastes die Junglarven zum Absterben zu bringen, ohne daß der Altkäfer die Eiablage vorzeitig abbricht. Der Bast trocknet aus, wenn der stehende Stamm bis einige Zentimeter in das Holz hinein geringelt wird, oder wenn man den Stamm fällt und mit der Rinde liegen läßt; die Schnelligkeit des Trocknungsvorganges kann am liegenden Stamm durch Belassen oder Nichtbelassen der benadelten Äste beeinflußt werden. Der Vorschlag wäre im Versuch zu prüfen. Führt er nicht zum Ziel, so ist der eier-legende Altkäfer im Frühstadium des Befalls nur durch das umständliche Ver-

fahren des Entrindens der gefällten Stämme über Tüchern und des Verbrennens der Rinde oder durch Anwendung von Insektiziden zu fassen.

c) Fangbäume, die bei der Bekämpfung anderer Scolytiden-Arten entweder allein oder in Kombination mit Insektiziden mit bestem Erfolg angewandt werden, sind nur beschränkt brauchbar. Die Technik der Fangbaumbekämpfung besteht bekanntlich darin, vor der Flugzeit der Käfer Stämme zu fällen, die von den anfliegenden Tieren bevorzugt befallen werden; nach Beendigung der Eiablage werden die Stämme entrindet und auf diese Weise die Eier und Larven zum Absterben gebracht. Zusätzliche Anwendung von Insektiziden erhöht die Wirksamkeit der Fangbäume. *Dendroctonus adjunctus* geht aber nicht oder höchstens ausnahmsweise in gefällte Stämme; diese können somit nicht als Fangbäume im eigentlichen Sinne des Wortes dienen, als Fallen, in denen die Käfer leicht zu vernichten sind. Sie können bei der *Dendroctonus*-Bekämpfung zur Anwendung kommen, wenn man den Anflug der Käfer auf bestimmte Stellen des Waldes konzentrieren will, um hier die Vernichtung der Brut im stehenden Stamm leichter durchführen zu können. In dieser Weise könnten auch der Holznutzung dienende, sorgfältig überwachte Hiebsmaßnahmen gleichzeitig zur Bekämpfung der *Dendroctonus*-Epidemie eingesetzt werden.

Die Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen und ihr Erfolg sind in entscheidender Weise abhängig vom Stande der Forstwirtschaft. Wäre diese hochentwickelt, so würde die Niederringung der *Dendroctonus*-Kalamität keine Schwierigkeit bieten; bei der derzeitigen forstlichen Situation Guatemalas und angesichts der rein auf Exploitation gerichteten Einstellung der Bevölkerung zum Walde ist es fraglich, ob sich die gemachten Vorschläge in absehbarer Zeit verwirklichen lassen. Voraussetzung dürfte die Erziehung der Bevölkerung zu einer mehr waldfreundlichen Gesinnung und die Einrichtung einer ausreichend mit Personal ausgestatteten Forstverwaltung sein. So ist letztlich die Bewältigung des *Dendroctonus*-Problems eine Aufgabe der Forstpolitik.

Zusammenfassung

Als Maßnahmen zur Bekämpfung der ausgedehnten *Dendroctonus*-Epidemie, welche die Kiefernwälder Guatemalas seit langem heimsucht, werden empfohlen: 1. als vorbeugende Maßnahmen a) das Abstellen der bisher üblichen, unregelmäßigen Hiebe und b) der Anbau anderer Holzarten an Stelle der alleingefährdeten *Pinus rudis*; 2. als Bekämpfungsmaßnahmen a) das Entrinden der befallenen Stämme und Verbrennen der Rinde oder ihr starkes Erhitzen in der Sonne, sofern die Altkäfer schon ausgeflogen sind; b) das Stehendringeln des befallenen Stammes oder sein Fällen und Liegenlassen in der Rinde, wenn der Mutterkäfer noch bei der Eiablage ist; c) Fangbäume, um den Befall auf bestimmte Stellen des Waldes zu konzentrieren.

Summary

To control the vast outbreak of *Dendroctonus adjunctus* which can be observed since a long time in the pine forests of Guatemala, the following measures are recommended: 1. To prevent the infestation a) abandoning the unregulated lumbering and b) cultivation of other tree species instead of the only endangered *Pinus rudis*; 2. to kill the larvae, pupae and beetles in the infested trees a) debarking and burning the bark or heating it in the sun when the adult beetles have flown out, b) girdling the tree or cutting and leaving it within the bark when the adult beetle is still ovipositing; c) trap trees to concentrate the infestation at fixed places of the forest.

Breeding the Colorado Beetle under Controlled Conditions

by J. de Wilde

(Lab. of Entomology, Agric. University, Wageningen)

Mit 4 Abbildungen

The importance of rearing the Colorado Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) under controlled conditions is an obvious matter to anybody concerned with testing insecticides, potato breeding work for resistance against the beetle itself, physiological studies, and teaching practical courses in entomology. After some ten years of experimentation, we can now recommend the following system which for several years has been in succesful use in our laboratory.

1. Food Problems

An essential point is the constant availability of fresh, young leaf material of potatoes. To avoid dormancy problems, we keep seed potatoes of the preceding year's harvest in cool storage, which is done in a commercial potato storage house, many of which are in use in the Netherlands. For outdoor culture, we use the variety Voran, which is practically resistant against potato blight. From early april to august, each month a new field is planted.

In october we start growing in a greenhouse which is heated in winter time. Here, the potatoes are grown in wooden boxes of 60 × 40 × 15 cm, filled with a mixture of sand and peat soil. Use is made of the variety Eigenheimer. Planting is repeated every week.

From november to february, it is an

absolute necessity to supplement the daylight by artificial illumination. This is done by means of white fluorescent tubes of 40 W (two on each sq. m.), and high pressure mercury vapour lamps (one each sq.m.). Infestations of *Myzus persicae* Sulz. are overcome by spraying with TEP, which is detoxified within 24 hrs.



Fig. 1. A culture of colorado beetles in december. Upper side: adults in oviposition. Lower side: Petri dishes with eggs and culture dishes with larval stages.

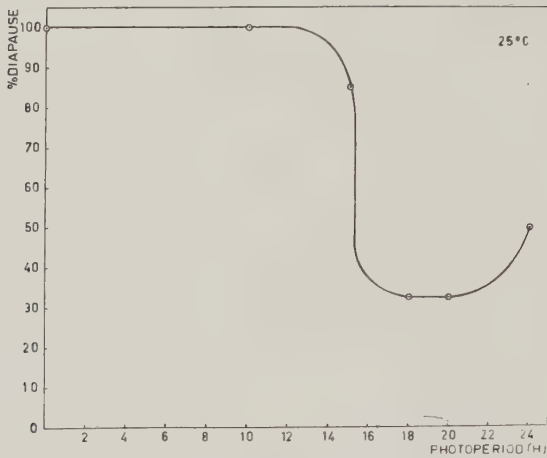


Fig. 2. Effect of different photoperiods on the diapause percentage. The photoperiods were applied to the larval and young adult stage.

2. Keeping adults for egg Production

a. Preventing diapause

As the colorado beetle is a long-day insect, a photoperiod of 16–18 hrs. is essential. This is given by means of a 40 W. white fluorescent tube, but other sources may be used as well. As a rule, the illumination intensity is 750 lux at the level of the beetles, but this may be deminished to 250 lux without any difficulty. — A temperature of 25°C is optimal.

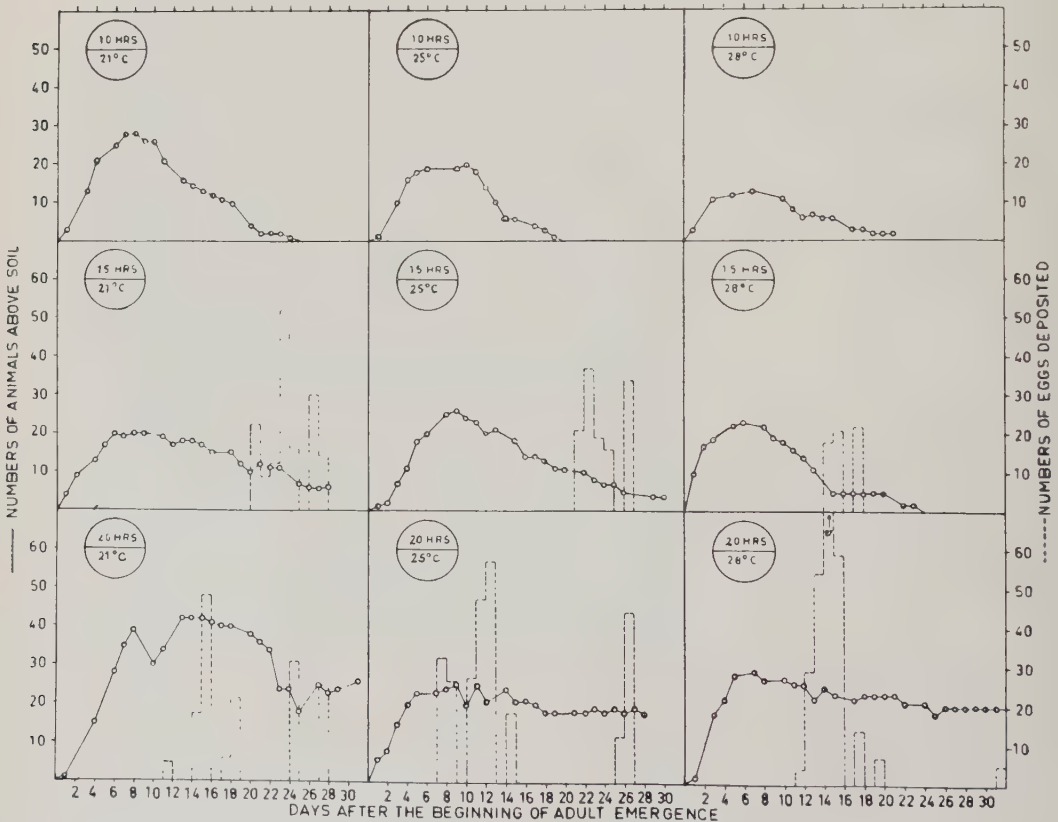


Fig. 3. Effect of nine combinations of photoperiod and temperature on diapause and oviposition. — The curves show the number of adults above soil after emergence from the pupal stage. The irregular rate of oviposition shown here is not normal.

Even at the optimal photoperiod an average of 30% goes into diapause. The factors responsible are still under investigation.

b. Factors influencing egg production

Food. As Grison (1951) has shown, a supply of physiologically young leaves is necessary for egg production. Stalks of the desired length are cut before flowering and placed in a water vessel in the insectary. The food is changed daily.

Crowding. Care should be taken not to make the population too dense, as this tends to inhibit the rate of oviposition. In an insectary of $31 \times 40 \times 44$ cm, 15 pairs of beetles are to be placed at the utmost.

Photoperiod and temperature. A photoperiod of 16–18 hrs and a temperature of 25°C are optimal. If one starts a culture in spring with beetles

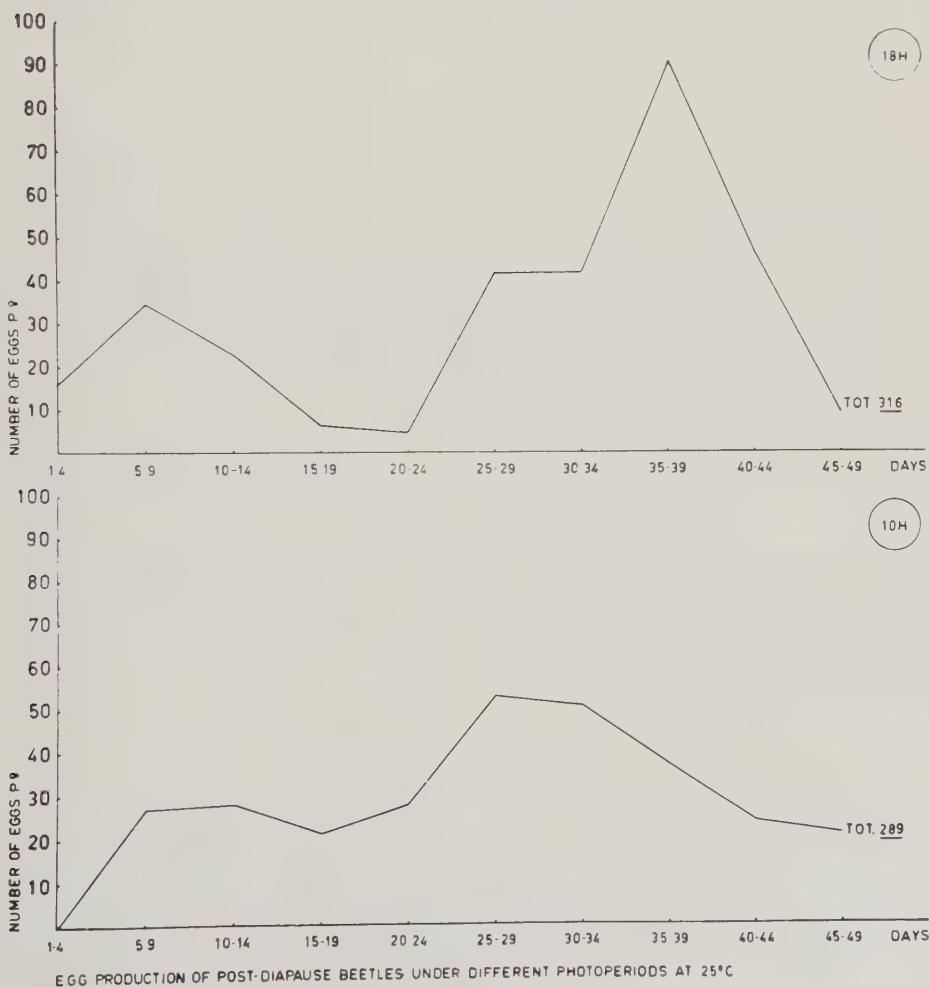


Fig. 4. Rate of oviposition of two groups of females after completing diapause, under different photoperiods at 25°C .

taken after having completed hibernation, any photoperiod may be used, as the beetle is insensitive to it in this stage of its life (Fig. 4). As soon as the eggs have hatched, however, "long-day" conditions should be given. Already the treatment of the larva is of importance for the occurrence of diapause, although the treatment of the young adult is decisive.

c. Egg yield

Under the above mentioned conditions, oviposition is started within 6-8 days after emergence of the adult female. During the first 4-5 weeks, a batch of eggs is produced almost daily; after this, the rate of oviposition slows down, but some females have been observed regularly during 3-3½ months. With a group of 9 pairs of beetles, observed from dec. 12, 1956 to jan. 1, 1957, the mean number of eggs p. ♀ p. day was 32, the individual numbers varying from 20-47. Countings were made in the beginning of the oviposition period. These are by no means high numbers; during summer, when leaf material of the best quality is available, the egg yield may be considerably greater.

d. Breaking diapause

In case one wants to start a culture at a time when only hibernating adult beetles are available, it is necessary to break diapause. This can be done by conditions of high temperature and humidity. To this purpose, the beetles are placed upon moist sand in a well-closed glass culture dish, covered by a ground glass plate, and kept in an incubator at 30° C. After two weeks, food is given and replaced daily. Usually, eggs will be laid within a month. It should be mentioned that this method only gives results when the beetles have already passed two months or more in diapause; it should not be applied directly after they have entered hibernation.

3. Egg fertility and hatching conditions

Egg fertility is not a problem. Almost 100% will hatch, but care should be taken to collect the eggs daily, in view of the cannibalistic tendencies which some beetles may develop. 10 to 15 batches of eggs are placed on dry filter paper in a 10 cm petri dish, with only a fragment of leaf attached to each batch in order to prevent moulding. A humidity of 80% is optimal, but we make no effort to regulate this factor. A temperature of 25° C is maintained. After hatching, the young larva feeds for 24 hours on the remaining egg yolk. Some of them may keep this habit and become egg predators. These should be removed in time.

In the mean, the embryonic development takes five days.

4. Conditions of larval growth

Larvae are reared on potato leaves, in glass vessels provided with a disc of filter paper. Young larvae are grown in 15 cm petri dishes until the 3rd stage. After this, they are placed in 12 cm crystallizing dishes 7 cm high. When the 4th stage is reached, the dishes remain uncovered to lower moisture conditions. The temperature is kept constant at 25° C, the photoperiod at 16-18 hrs.

Starting with 250 first stage larvae in each petri dish, this number is gradually diminished by redistributing the larvae until 100 3rd stage or 40 4th stage larvae are present in each crystallizer.

5. Pupating conditions

Larvae ready to pupate, which is demonstrated by their orange-yellow appearance, are placed in sandy soil rich in humus sterilized from time to time to prevent infestation by *Beauveria globulifera*. Moisture conditions are very important and care should be taken to maintain a loose, crumb-like structure. There is a constant danger of overcrowding, and no more than 50 larvae are allowed to pupate in a zinc container of $20 \times 20 \times 10$ cm.

6. Rate of larval growth and mortality

Larval development is completed within 14 days after hatching. A prepupal period of 5 days is normal, followed by a pupal period of 5–6 days, provided a temperature of 25° C is maintained.

Larval mortality is highest in the first and second stage, when it may amount to 20–30%. In general, not more than 50% of the larvae will reach the prepupal stage and enter the soil, where the mortality may be another 10–20%. The main cause of larval mortality appears to be the contamination of food with the faeces. In mass cultures, this is of course inevitable. In rearing larvae ab ovo individually, we have often obtained an overall mortality as low as 20%.

7. Literature

1. Grison, P. (1950): Influence de la température sur l'activité du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) au stade imaginal. — Trans. VIII. Int. Congr. of Entomol. 1950, pp. 226–234.
2. — — (1951): Relations entre l'état physiologique de la plante-hôte, *Solanum tuberosum* et la fécondité du Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Trans. IX. Int. Congr. Entomol. Amsterdam, 1951, Vol. 1., pp. 331–337.
3. de Wilde, J. (1950): Développement embryonnaire et postembryonnaire du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) en fonction de la température. — Trans. VIII. Int. Congr. of Entomol., 1950, pp. 310–321.
4. — — (1955): The significance of the photoperiod for the occurrence of diapause in the adult *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Proc. Ist Int. Congr. of Phytobiology, 1955, pp. 96–101.

Über die Entwicklung erhöhten Randbefalls von Ackerbohnen-Beständen durch *Aphis fabae* Scop.¹⁾

Von H. J. Müller

Mit 2 Abbildungen

(Entomologische Abteilung des Instituts für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften)

Dem praktischen Landwirt ist verstärkter Insektenbefall an den Rändern seiner Feldbestände eine vertraute Erscheinung, insbesondere bei Blattlausbefall an Rüben, Kartoffeln und Ackerbohnen. Eine Erklärung für das Zustandekommen dieser Erscheinung wurde von Laien wie Entomologen bisher meist im Zusammenhang mit der Vorstellung gesucht, daß fliegende Klein-

¹⁾ Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 36.

insekten, speziell Aphiden, infolge ihrer Zartheit fast ausschließlich passiv vom Winde verfrachtet und also von diesem auch in die Feldbestände der Kulturpflanzen getragen, gleichsam hineingeblasen würden. In einigen Fällen (Johnson 1950, Taylor and Johnson 1954) scheinen sich auch positive Korrelationen zwischen der Höhe des Befalls der verschiedenen orientierten Bestandsränder und der vorherrschenden Windrichtung nachweisen zu lassen. Doch haben direkte Beobachtungen und Meßreihen im Feld sowie Laboruntersuchungen (Davies, Moericke, Müller, Müller und Unger) während des letzten Jahrzehnts gezeigt, daß die Besiedlung neuer Wirtspflanzen in erster Linie bei geringer Luftbewegung (bis maximal 2 m/sec) durch einen überwiegend aktiven, sogenannten „Befalls“flug, erfolgt, der sich meist dicht über dem Boden abspielt und schon in 1 m Höhe stark (auf 10–20%) verringert ist. Da zudem für das Zustandekommen des Randbefalls Alter und Dichte der Bestände von Bedeutung zu sein scheinen (Müller 1953), wurde in den vergangenen Jahren im Versuchsgarten des Instituts für Pflanzenzüchtung Quedlinburg wiederholt die Entwicklung des Randbefalls von Ackerbohnen mit Schwarzen Bohnenläusen (*Aphis* [*Doralis*] *fabae* Scop.) an Beständen verschiedenen Alters bzw. gleicher und verschiedener Standweite untersucht.

Der Versuch, durch sehr frühe und späte Aussaat bis zum Beginn des fundatrigenen Zufluges je einen bereits geschlossenen und einen noch offenen Bestand von Ackerbohnen zu erstellen, scheiterte mehrfach daran, daß unter den örtlichen Klimaverhältnissen in den meisten Jahren bis Ende Mai noch kein völlig geschlossener Ackerbohnenbestand zu erzielen war, oder daß der fundatrigen Flug verfrüht, sehr verspätet oder in zu geringer Dichte erfolgte. Zur Umgehung dieser Schwierigkeiten wurden 1956 die Aussaaten (Frühblock 27. März und Spätkblock 24. Mai) so gelegt, daß sich die Bestände erst nach Beginn des meist ungleich stärkeren virginogenen Fluges in geeignetem Zustande befanden.

Der inzwischen auf beiden Schlägen als Folge des (ab 25. Mai) einsetzenden (diesmal ungewöhnlich starken) fundatrigenen Zufluges entstehende Blattlausbefall mußte durch wiederholte Insektizidbehandlungen (am 2., 7. und 12. Juni mittels 0,2%-Wofatox-Spritzungen, am 18. und 22. Juni durch 0,05%-Cebetox-Spritzungen) ausgeschaltet werden, um geeignete Ausgangsbedingungen zu schaffen. Beide Blöcke hatten annähernd die gleiche Größe von etwa 15×15 m (225 m^2) und lagen umgeben von Brachflächen in einer gegenseitigen Entfernung von 14 m im Südteil des Versuchsgartens des Quedlinburger Instituts. Pflanzenabstand: 30×30 cm; Sorte: Schlanstedter Ackerbohne; Frühsaat: 51×50 Pflanzstellen; Spätsaat: 52×52 Pflanzstellen.

Beide Blöcke waren infolge der Cebetox-Behandlung (18. und 22. Juni) bei Stichproben am 25. Juni befallsfrei und standen nach einer Schlechtwetterlage dem am 26./27. Juni einsetzenden virginogenen Zuflug von *Aphis fabae*¹⁾, der durch fundatrigen Elemente von *Philadelphus*-Kolonien verstärkt war, unter gleichmäßigen Bedingungen besiedlungsfähig gegenüber. Allein im Entwicklungsalter und damit im Bestandsschluß unterschieden sie sich weitgehend. Der ältere Block war, wie die Tabelle zeigt, praktisch überall fast völlig geschlossen, während im jüngeren die Pflanzen noch weite Lücken zwischen sich offen ließen. Immerhin hätte unter idealen Umständen der Unterschied noch größer, der alte Bestand noch dichter, der später gesäte noch jünger und damit noch lockerer stehen können.

¹⁾ Gemessen mit Gelbschalenfängen auf Brache.

Entwicklung der Bestände am 29. 6. 56	Wuchshöhe in cm	Pflanzen- abstand in cm ¹)	Anzahl entfalteter Blätter	Entwicklungszustand
Frühsaat (27.3.)	65-135-150	0-5-15	~20	vollblühend und mit ersten, bis 6 cm lan- gen Hülsen
Spätsaat (24. 5.)	8-35-40	6-12-24	3-6-7	nur Primärblätter vorhanden

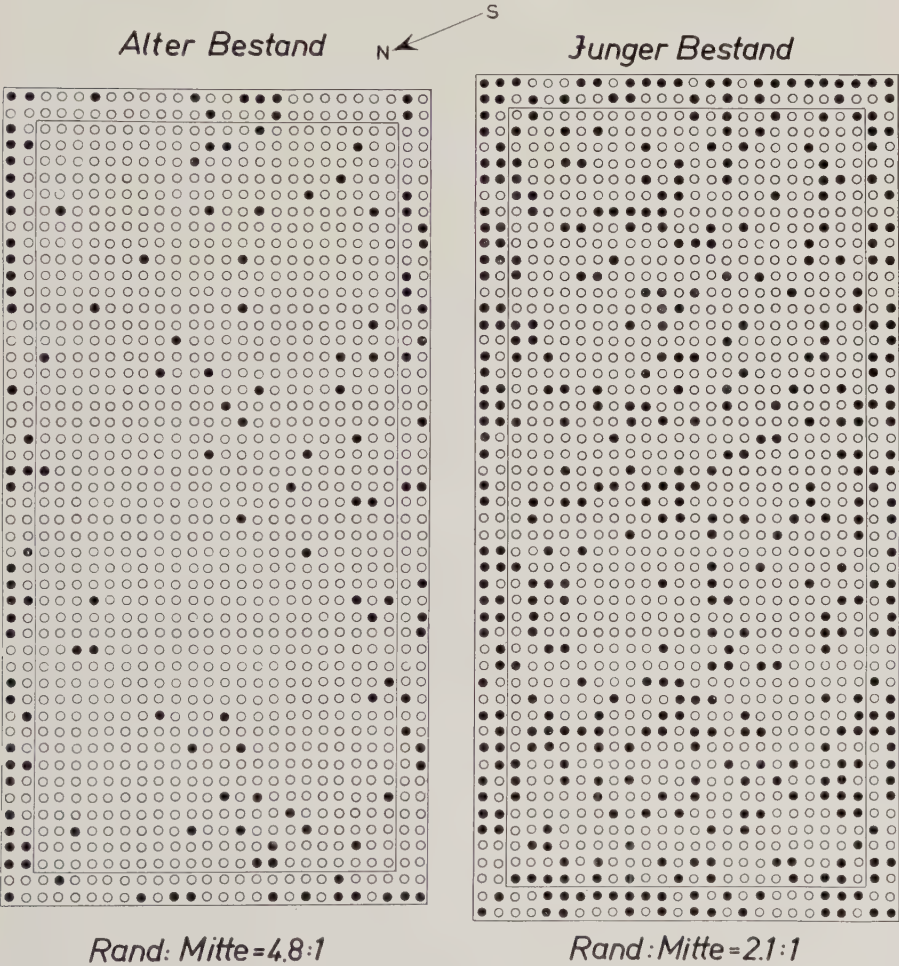


Abb. 1. Verteilung des Initialbefalls von *Aphis fabae* Scop. (geflügelte Jungfern mit mehr oder weniger Brut oder Junglarvenkolonien ohne Mutter) auf die Pflanzen (schwarze Punkte) eines alten (links) und eines jungen (rechts) Ackerbohnenbestandes nach 2-3tägigem Befallsflug zur Demonstration des unterschiedlichen Randbetrags. (Je 12 nicht bonitierte Längs-Doppelreihen wurden nicht mit dargestellt.)

¹) Gemessen als Minimalentfernung zwischen den äußeren Blättern benachbarter Pflanzen bei Vertikalprojektion.

Die Bonitierung des Initialbefalls wurde trotz teilweise hinderlicher Regenfälle an einem Tage, am 29. Juni, also nach 2–3 Tagen ungehinderten Befallsfluges, durchgeführt, so daß eine gleichmäßige, nicht durch weitere Flüge verzerrte Aufnahme beider Schläge erreicht wurde. Trotz Einsatzes mehrerer Hilfskräfte (5 + 1 Aufschreiber) konnte diese Aufgabe nur dadurch bewältigt werden, daß nur etwa die Hälfte aller Pflanzen bonitiert wurde. Dabei wurden aus technischen Gründen immer 2 Nachbarreihen abgelesen, die beiden nächstfolgenden überschlagen, die 2 nächsten wieder untersucht usw. Doch dürfte der so entstehende Fehler kaum ins Gewicht fallen. Als befallen galt jede Pflanze, die entweder eine geflügelte Jungfer (Virginogenia) mit oder ohne Junglarven oder kleine Junglarvenkolonien ohne Mutter trug. In einigen wenigen Fällen wurden Altlarven oder ungeflügelte Jungfern festgestellt, die offensichtlich den Bekämpfungsaaktionen entgangen waren. Sie wurden bei der Auswertung ausgeschieden, da sie zweifellos dem Befall vor der untersuchten Befallsflugzeit entstammten. Mehrfachbefall wurde nur in den Randreihen beobachtet, jedoch nicht besonders bewertet, da z. B. mehrere mutterlose Initialkolonien nicht unbedingt von verschiedenen Müttern stammen müssen.

Ergebnis

Allgemein fällt zunächst auf (Abb. 1), daß der ältere Bestand mit 10,7% befallenen Pflanzen im ganzen viel weniger Befall erhielt als der jüngere mit 30,7%.

Betrachtet man die beiden äußeren Pflanzenreihen rings um jeden Bestand als „Rand“, alle übrigen als „Mitte“ des Bestandes und bestimmt man für beide Teile die Anzahl der befallenen und der nicht befallenen (bonitierten) Pflanzen, so ergibt sich, daß beim alten, geschlossenen Bestande von 288 Randpflanzen 80, d. h. 27,7% befallen waren, von den 1014 Zentralpflanzen aber nur 59, d. h. 5,8%. Das prozentuale Befallsverhältnis zwischen Rand und Mitte ist mit 4,8 : 1 also auffällig hoch. Dagegen waren in dem jungen, nicht geschlossenen Bestande von 296 Randpflanzen 153, d. h. 51,8%, von 1056 Mitte-Pflanzen immerhin 262, d. h. 25% befallen.

Das Befallsverhältnis liegt hier mit 2,1 : 1 bedeutend niedriger, obwohl der Gesamtbefall aller Pflanzen viel höher ist.

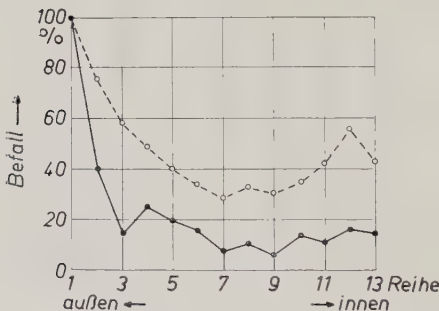


Abb. 2. Prozentualer Befall der einzelnen (konzentrischen) Ackerbohnenreihen mit *Aphis fabae* Scop. in einem alten (—) und in einem jungen (---) Bestand, bezogen auf den jeweiligen Befall der äußersten Reihe.

Die Unterschiede werden noch deutlicher, wenn man das prozentuale Befallsverhältnis der einzelnen Pflanzenreihen von außen nach innen, bezogen auf den Befall der äußersten Randreihe, bei beiden Beständen im einzelnen vergleicht (Abb. 2). Im Altbestand sinkt der Befall schon in der zweiten Reihe von außen weit unter die Hälfte (auf 40%) des Befalls der ersten Reihe ab und erreicht bereits in der dritten Reihe mit 15,6% einen Tiefstand, der sich weiter nach innen dann nur noch unwesentlich ändert (Minimum 6%). Im jungen Bestand dagegen vermindert sich der Befall nach innen viel allmählicher. Er fällt

erst in der fünften Reihe auf 40%, unterschreitet aber die 30%-Linie überhaupt kaum und steigt sogar nach der Mitte zu wieder erheblich an. Unabhängig von der absoluten Befallshöhe sinkt der Prozentsatz befallener Pflanzen also von außen nach innen im geschlossenen Bestand rasch und stark, im offenen langsam und viel weniger stark ab.

Der Unterschied würde nach Erfahrungen an anderen Beständen zweifellos noch größer sein, wenn der erste völlig dicht, der letztere noch jünger und also lockerer gestanden hätte und wenn die besonders in den Randreihen auftretenden Fälle von Mehrfachbesatz entsprechend gezählt worden wären.

Diskussion

Die Tatsache, daß der jüngere von 2 Ackerbohnenbeständen innerhalb von 2–3 Flugtagen einen fast dreifach höheren Blattlaus-Initialbefall erhielt als der ältere, kann kaum mit der Vorstellung des passiven Eindriftens der Aphiden in die Pflanzenbestände in Einklang gebracht werden. Vielmehr wäre das Umgekehrte zu erwarten, denn der geschlossene ältere, höhere Bestand müßte schon infolge seiner bedeutend größeren Blattmasse viel mehr Läuse aus der Luftströmung heraus, „filtrieren“ als der locker stehende jüngere mit dem noch geringen Blattanteil. Da der ältere Bestand noch frisches Laub und kräftig sprossende Vegetationspunkte aufwies, entfällt auch der Einwand, daß der jüngere etwa anziehender gewirkt haben könnte. Demgegenüber lassen sich die beobachteten Unterschiede im Total- wie auch im Randbefall zwanglos damit erklären, daß der Initialbefall in erster Linie durch aktiven Zuflug mit mehr oder weniger gezielten Landungen erfolgt. Nach systematischen Gelbschalenfängen (Müller 1953) zieht der Strom befallsgestimmter Aphiden wie ein Schleier dicht über den Boden dahin, dringt aber kaum in geschlossene Pflanzenbestände ein, noch fließt er über höhere hinweg. Weil danach eine Pflanze um so mehr Initialbefall erhält, je freier sie steht, wird es leicht verständlich, daß der Befallsunterschied zwischen Rand und Mitte um so stärker ist, je geschlossener und dichter der Bestand ist, da dann im Extremfall nur die Randpflanzen (wenigstens im Bereich von 180°) freistehen. Umgekehrt ist der Befall um so ausgeglichener, je lockerer der gesamte Bestand ist und also auch die Pflanzen in der Mitte frei zugänglich sind. Dabei spielt neben der besseren Anflugmöglichkeit sicher auch der als Landereiz wirkende Farbkontrast zwischen Boden und Pflanze eine erhebliche Rolle (Moericke 1955). — Daß der alte Bestand auch am Rande absolut weniger Initialbefall erhielt, mag damit zusammenhängen, daß seine für *Aphis fabae* anziehenden, wüchsigen Blätter und Triebe sich in mehr als einem Meter Höhe über dem Boden befanden — also schon in einer Region stark verdünnten Befallsfluges — bei dem jungen dagegen mit rund 10–30 cm in der Zone größter Flugdichte. Diese Unterschiede sind jedoch von sekundärer Bedeutung für den verschiedenen Randbefall. Bei gleicher Reihentfernung wird daher der ältere Bestand stets extremeren Randbefall aufweisen als der jüngere, noch locker stehende, vorausgesetzt daß der Befallsflug beide zu gleichem Zeitpunkt traf.

Der chronologische Verlauf des Befallsfluges und der Entwicklung der Bestände ist dabei insofern von Bedeutung, als ein alter Bestand schon in jugendlichem Zustand Zuflug erhalten haben und dann natürlich keinen so extremen Randbefall aufweisen kann wie bei später einsetzendem Befallsflug. Frühere Beobachtungen (Müller 1953 und unveröffentlichte Befunde) haben gezeigt, daß sich das Bild der durch den ersten stärkeren Zuflug entstandenen Initialbefalls-Verteilung in einem Bestande auch später im wesentlichen erhält;

wahrscheinlich, weil die einsetzende Vermehrung und Ausweitung der Initialbefallsstellen infolge der anfangs überwiegenden Produktion von ungeflügelten Nachkommen und des Abfluges der später entstehenden Geflügelten auf größere Distanz vorwiegend die unmittelbare Umgebung (Nachbarpflanzen) der Initialbefallsstellen betrifft. Weiterer Zuflug vermag dieses Bild um so weniger zu ändern, als die weitere Ansiedlung Zufliegender infolge des Scharrungstriebes der Läuse vorwiegend an schon besiedelten Stellen stattfindet oder bei Übervölkerung überhaupt unterbleibt. So spiegelt das Befallsbild eines Bestandes auch später meist die primär durch die erste Befallswelle entstandene Befallsverteilung wider. Man kann daher aus dieser rückschließend u. U. vermuten, ob diese in einem frühen oder späteren Entwicklungszustand des Bestandes erfolgte, je nachdem, ob der Randbefall schwächer oder stärker entwickelt ist als der Mittelfeldbefall.

Für die Praxis ergibt sich aus diesen Befunden die Forderung, bei aphidengefährdeten Kulturen möglichst zeitig, d. h. vor Einsetzen des Befallsfluges der Blattläuse (der nicht vor Ende Mai zu erwarten ist, oft aber erst im Juni mit größerer Intensität einsetzt), Bestandsschluß zu erreichen, so daß später in vielen Fällen dann die technisch leichter durchführbare Bekämpfung auf den Randreihen ausreicht, weil der Befall in der Mitte relativ gering bleibt.

Die Durchführung des Versuches war nur mit der gewissenhaften Hilfe aller meiner Mitarbeiter möglich, denen ich auch an dieser Stelle herzlich danke, insbesondere meinem Assistenten, Herrn Dipl. biol. K. Behrendt, für die Betreuung der Versuche und Auswertungen sowie vor allem für kritische Diskussionen.

Zusammenfassung

Der erhöhte Randbefall zweier Ackerbohnenfelder mit *Aphis fabae* Scop. war nach zwei- bis dreitägigem Befallsflug auf dem älteren, fast geschlossenen und bereits voll blühenden Bestand stark (Rand:Mitte = 4,8:1), auf dem jüngeren, noch locker stehenden dagegen schwach (2,1:1) entwickelt. Dieser Unterschied läßt sich durch passives Eindriften der Blattläuse mit dem Wind nicht ausreichend erklären. Er wird vielmehr als Folge des mehr oder weniger dicht über dem Boden stattfindenden Befallsfluges interpretiert, der in geschlossene Pflanzenbestände nicht eindringt und sich kaum über sie erhebt, während er locker stehende Pflanzen auch in der Mitte der Bestände erreicht.

Summary

After a flying period of two to three days the increased edge infestation of two broad bean fields by *Aphis fabae* Scop. was strongly developed (edges to centre as 4,8:1) in the older nearly closed and already flowering plot but weakly (2,1:1) in the younger still loosely standing one. This difference is not sufficiently explicable by a passive drift of the aphids with the wind into the fields. On the contrary it is interpreted as an effect of the so called infestation flight gliding nearly over the ground, not being able to penetrate into closed plant fields and scarcely to fly over them, but to reach loosely standing plants also in the centre of a field.

Literatur

- Davies, W. M., 1935: Studies on Aphides infesting the Potato Crop. III. Effect of Variation in Relative Humidity on the Flight of *Myzus persicae* Sulz. — Ann. appl. Biol. **22**, 106–115.
— — 1936: Studies on Aphides infesting the Potato Crop. V. Laboratory Experiments on the Effect of Wind Velocity on the Flight of *Myzus persicae* Sulz. — Ann. appl. Biol. **23**, 401–408.
Johnson, C. G., 1950: Infestation of a bean field by *Aphis fabae* Scop. in relation to wind direction. — Ann. appl. Biol. **37**, 441–450.

- Moericke, V., 1955: Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. — Z. angew. Entomol. **37**, 29–91.
- Müller, H. J., 1953: Der Blattlaus-Befallsflug im Bereich eines Ackerbohnen- und eines Kartoffelbestandes. — Beitr. z. Entomol. **3**, 229–258.
- — und Unger, K., 1952: Über den Einfluß von Licht, Wind, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Befallsflug der Aphiden *Doralis fabae* Scop. und *Myzodes persicae* Sulz. sowie der Psyllide *Trioza nigricornis* Frst. — Züchter **22**, 206–228.
- Taylor, C. E. and Johnson, C. G., 1954: Wind direction and the infestation of bean fields by *Aphis fabae* Scop. — Ann. appl. Biol. **41**, 107–116.

Auftreten von Weibchen bei der anholozyklischen Form von *Rhopalosiphoninus tulipaellus* Theob. 1916 (Aphidoidea)

Von Christian Martini

Mit 1 Abbildung

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn)

1953 machte ich auf die Unterschiede der Artbeschreibungen für *Rhopalosiphoninus tulipaellus* von Theobald (16, 26) bzw. Davidson (27) aufmerksam und zweifelte nach Beobachtungen in Zuchten, ob beide Formen identisch seien. Inzwischen hat Hille Ris Lambers (53) die forma Davidson zu *Rh. staphyleae* Koch gestellt, für die forma Theobald aber die Subspecies *tulipaellus* errichtet. Außerdem hat F. P. Müller (55) in Mitteldeutschland die forma Theobald monoezisch-holozyklisch an *Lamium album* L., die forma Davidson an lagernden Tulpenzwiebeln anholozyklisch gefunden. Danach kann die forma Theobald als anholozyklische Form der Species *Rh. tulipaellus* Theob., die forma Davidson als anholozyklische Form von *Rh. staphyleae* Koch angesprochen werden.

In einer Zucht der anholozyklischen *Rh. tulipaellus*, die im Frühjahr 1956 mit einigen Virginogenien (aus einer Futterrübenmiete bei Neuß/Rhld.) begonnen und seitdem an vergeilten Futter- oder Zuckerrüben (*Beta vulgaris* L.) bei Dunkelheit und etwa 15° C gehalten wird, sind im November 1956 einige Weibchen aufgetreten. Männchen waren niemals nachzuweisen. Die Weibchen legten an die peripheren Vegetationspunkte der Rüben einzelne Eier ab; Ausfärbung und Entwicklung blieben aber aus. Nach Übertragen eines Teiles der Population auf *Lamium album* L. kam vorübergehende Besiedlung durch blasser gefärbte Tiere zustande, unter ihnen entwickelten sich aber keine Sexuales.

Die Weibchen von *Rh. tulipaellus* waren im Vergleich zu den Virginogenien mit dunkelgrün-brauner Grundfärbung mehr gelb. Die Tergalklerite der Abdominalsegmente 3–5, die bei den Virginogenien einen kompakten Rückenleck bilden, erschienen — wie bei F. P. Müller (55) — nur als getrennte Tupfen (Abb. 1). Die Zahl der sekundären Rhinarien am 3. Fühlerglied betrug bei den 5 von mir konservierten Tieren 2, bei einem Tier fehlten sie am rechten Fühlerglied ganz. Sekundäre Geschlechtsmerkmale wie sie z. B. als Sensorien an den Hintertibien vorkommen können, waren nicht vorhanden.



Abb. 1. Weibchen von *Rh. tulipaellus* Theob.

Auftreten von Sexuales bei anholozyklischen Formen ist mir nur von *Myzus persicae* Sulz. bekannt, wo im Herbst und Frühjahr einzelne Männchen auftreten können (F. P. Müller [54]). Vielleicht kann man aus dem begrenzten Auftreten von Männchen oder Weibchen bei anholozyklischen Formen folgern, daß die Anholozyklie nicht immer durch den gleichen Eingriff entstanden sein muß.

Literatur

- Davidson, J.: On some aphids infesting tulips. — Bull. Ent. Res. **18**, 50–60, 1927.
 Hille Ris Lambers, D.: Contributions to a Monograph of the Aphididae of Europe. — Temminkia, **9**, 17–28, 1953.
 Martini, Ch.: Über *Rhopalosiphoninus tulipaella* Theob. 1916 und eine sehr ähnliche Form. — Z. Pflanzenkrankh. **60**, 609–613, 1953.
 Müller, F. P.: Holozyklie und Anholozyklie bei der grünen Pflirsichblattlaus *Myzodes persicae* Sulz. — Z. angew. Ent. **36**, 369–380, 1954.
 — — Blattläuse in Mieten, Lagerräumen und Kellern. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin), N. F. **9**, 81–86, 1955.
 Theobald, F. V.: Notes on new and little known British Aphides. — Entomologist, **49**, 145–149, 1916.
 — — The plant lice or Aphididae of Great Britain. — London, **1**, 220–223, 1926.

Zusammenfassung

In einer Zucht der anholozyklischen Form von *Rhopalosiphoninus tulipaellus* Theob. sind einzelne Weibchen aber keine Männchen entstanden.

Summary

Some oviparous females — but no males — were obtained from an anholocyclic strain of *Rhopalosiphoninus tulipaellus* Theob.

Zur Kenntnis von *Hemiteles melanarius* Grav. (Ichn.)¹⁾ Ein Fall des Übergangs vom Ekto- zum Endoparasitismus

Von Hans Blunck und Margot Janßen
 (Institut für Pflanzenkrankheiten, Bonn)

Mit 2 Abbildungen

- A. Einführung
- B. Befunde
 - 1. Systematische Stellung
 - 2. Geographische Verbreitung
 - 3. Verhalten der Imago
 - 4. Entwicklungszyklus
 - 5. Übergang vom Ekto- zum Endoparasitismus
 - 6. Coparasitismus
 - 7. Wirtskreis
 - 8. Zahl der Generationen im Jahr
- C. Zusammenfassung
- D. Summary
- E. Literatur.

A. Einführung

Die Ichneumonide *Hemiteles melanarius* Grav. trat 1955 unerwartet in Puppen von *Pieris brassicae* L. auf. Tabelle 1 zeigt, daß der Parasitierungsgrad nur um 1% lag. Auch nach Ferrière (briefl. Mitt. 28. 5. 1937) scheint die Art selten zu sein.

¹⁾ Die Durchführung dieser Untersuchung wurde durch eine Beihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht. Den Herren Dr. Ferrière, Genf, und Stud.-Rat Hinz, Einbeck/Hannover, sei für die Determinierung der Ichneumonide auch hier gedankt.

Bei unseren hier seit vielen Jahren laufenden Arbeiten über die Parasiten und Hyperparasiten dieses Schmetterlings, wobei unter anderem auch mehrere tausend Puppen aus verschiedenen Herkunftsn untersucht wurden, war sie bis dahin nur 1936 in 1 oder 2 Exemplaren gefunden worden. In der Literatur gibt es lediglich Berichte über ihr Vorkommen aus der Mitte des vorigen und dem Beginn des jetzigen Jahrhunderts (Curtis 1842, Kawall 1855, Martelli 1907). Da bis heute noch nichts über Wirtswahl und Wirtsfolge bekannt ist, war es auch nicht möglich, hier Vermutungen über die Ursache unseres unerwarteten Fundes zu äußern.

Für unsere Massenwechselstudien an *Pieris brassicae* L. brachte das Auftreten keine entscheidend neuen Erkenntnisse. Beim Studium der Biologie stießen wir aber auf ein eigentümliches Verhalten der weiblichen Imago, das nachstehend zusammen mit anderen biologischen Beobachtungen wiedergegeben ist.

Tabelle 1. *Hemiteles melanarius* Grav., Auftreten in Puppen von *Pieris brassicae* L. 1955

Herkunft	Dat.	Puppen insges.	Paras. durch <i>H. melanarius</i> Grav.	Paras. durch <i>Pteromalus</i> <i>puparum</i> L.	Eingegangen aus anderen Ursachen	Ge- sund
Mechernich, Kall, Scheuren	17. 11.	15	1	4	4	6
Erndtebrück/ Wittgenstein	24. 10.	18	1	—	5	12
Herborn/ Dillkreis	Nov.	7	7	?	—	—
Niederscheld/ Dillkreis	11. 11.	133	3	5	60	65
Oberscheld/ Dillkreis	11. 11.	31	1	3	24	3
Mödlenreuth/ Oberfranken	29. 11.	184	2	1	30	151
Weiden/Oberpf.	Dez.	33	1	3	17	12
Leonberg/Württ.	19. 11.	18	1	7	2	8
Fürstenfeld- bruch/Bayern	21. 11.	23	2	3	—	18

B. Befunde

1. Systematische Stellung

Hemiteles melanarius Grav. und *H. vicinus* Grav. sind synonym (Schmiedeknecht 1904–1906, 834; Kerrich 1942, 58). — Auf Grund der grubenförmigen Vertiefung auf dem Pronotum, die mediodorsal durch einen Keil geteilt ist, mußte die Art *melanarius* eigentlich in die Gattung *Astomaspis* Förster gehören, in die sie Hinz (briefl. Mitt. vom 30. 11. 1955) in der Tat stellt. Diese diverse kleine *Hemiteles*-Arten umfassende Gattung basiert aber nur auf dem einen oben erwähnten morphologischen Merkmal, das zudem noch bei verschiedenen anderen Ichneumoniden-Gattungen auftritt, so bei *Aclastus*, *Bathythrix*, *Eudelus* (Kerrich in Blunck und Kerrich 1956, 547; Schmiedeknecht 1930–1933, 15). Die von Förster vorgenommene Aufteilung überzeugt daher wenig. Somit scheint es uns ratsam, die Art vorläufig noch in der großen Gattung *Hemiteles* zu belassen, wenn auch mit der Einschränkung, daß hier zur Zeit noch verschiedene heterogene Elemente vereinigt sind.

2. Geographische Verbreitung

Schmiedeknecht (1930–1933, 76) gibt das mittlere Europa als Verbreitungsgebiet an. Die uns 1955 eingesandten parasitierten Puppen von *P. brassicae* stammen aus Kreisen mit meist gebirgigem Charakter (vgl. Tabelle 1). Es ist möglich, daß dieses Zusammentreffen nur zufällig war.

3. Verhalten der Imago

Die Morphologie der Imago ist bekannt (Schmiedeknecht 1930–1933, 76). Das Geschlecht wird höchstwahrscheinlich arrhenotok bestimmt. Im Labor hatten nämlich jungfräulich lebende Weibchen nur männliche Nachkommen. Bei Freilandmaterial war das Geschlecht unterschiedlich stark zugunsten der Männchen verschoben. Bei Tieren, die aus je einer Wirtspuppe schlüpften, verhielten sich Männchen zu Weibchen je einmal wie 3:2, 17:5, 24:10, 12:9, 10:4; allerdings auch je einmal wie 6:8 und 9:14.

Zur Eiablage bohrt das Weibchen nach ausgiebigem Betrillern der Wirtspuppe seinen Legestachel der Länge nach im unteren Drittel der Flügelanlagen ein. Nie wurde, soweit wir sahen, eine andere Region gewählt. In den Zuchten (Methodik vgl. Blunck 1944, 418) standen den Tieren zunächst nur alte, erhärtete Puppen von *P. brassicae* L. zur Verfügung. Erst in späteren Versuchen wurden ihnen daneben auch junge Puppen, unter anderem auch von *Aporia crataegi* L., zur Bestiftung geboten, die sie dann jedesmal den älteren vorzogen. Es dauerte oft 30 Minuten, ehe es einem Weibchen gelang, den Legestachel in schon erhärtete Puppen einzubohren. War der Einstich erfolgt, nahm der eigentliche Legeakt noch weitere 25–45 Minuten in Anspruch. Wurde die gerade angestochene Puppe durch eine frische ausgewechselt, so wurde der Legeakt zuweilen sogleich wiederholt. Jugendstadien konnten später jedoch immer nur in einer der beiden Puppen nachgewiesen werden. Die Weibchen leckten unverzüglich nach jedem Einstich das aus der Wunde austretende Blut usw. des Wirtes auf, deckten also so einen Teil ihres Eiweißbedarfs (vgl. auch Faure 1926, 67; Blunck 1951, 228). Die häufigsten Einstichversuche beobachteten wir unmittelbar nach Auswechseln der Wirtspuppen durch neues Material. Daraus kann aber wohl nicht gefolgert werden, daß eine bereits belegte Puppe für weitere Weibchen durch Duft oder anderswie markiert wäre und so den Angreifer von erneuter Eiablage abschrecken würde. Jedenfalls wurden verschiedentlich in aufpräparierten Puppen Larven gefunden, die wegen ihrer unterschiedlichen Größe von zeitlich auseinanderliegenden Anstichen herrühren mußten.

Die Vermehrungspotenz der Wespe konnte nicht genau festgestellt werden, da unter den gegebenen Zuchtbedingungen nur selten Kopula stattfand und die Eizahl unter diesen unnatürlichen Bedingungen wohl unter dem Optimum lag. 4 Puppen von *P. brassicae*, die nacheinander in 6 Tagen einem Pärchen zur Verfügung standen, enthielten später zusammen 29 Larven. Aus einzelnen Puppen, die 5–8 Tage einem Pärchen belassen worden waren, schlüpften später je 16, aus im Freiland belegten Puppen 5–34 gleichaltrige Imagines.

Bei Temperaturen von 15–20° C lag die Lebensdauer der Imago in den Laborzuchten für Männchen durchschnittlich zwischen 20 und 30 Tagen, erreichte aber garnicht selten 40–50 Tage. Bei den Weibchen betrug sie durchschnittlich 30–40, im Maximum 40–50 Tage.

4. Entwicklungszyklus

Das Ei ist etwa 0,75–0,85 mm lang, etwa 0,17–0,22 mm breit und weißlich-grau. Seine Oberfläche läßt keinerlei Struktur erkennen. Über die Dauer der Embryonalentwicklung liegen keine Messungen vor.

Die Larven unterscheiden sich morphologisch nicht wesentlich von denen anderer *Hemiteles*-Arten. Ihre Kutikula ist mit Ausnahme der Intersegmentalhäute sehr dicht mit winzigen, dolchartigen Intumescenzen bedeckt (Länge beim letzten Stadium 0,13 mm). Ausgewachsen erreicht die Larve 6 mm. Ihre Entwicklungsdauer betrug bei Zimmertemperatur in einem Fall 14 Tage.

Die Puppe bietet gestaltlich keine augenfälligen Besonderheiten. Sie ruht 9 Tage. Aus einer Puppe von *P. brassicae*, die zwischen dem 10. und 19. 4. belegt worden war, schlüpften am 20. 5. 15 Wespen.

Vor der Verpuppung ordnen sich die ausgewachsenen Larven in der Längsrichtung der Wirtspuppe an und beginnen dann, zunächst mit lockeren, wirren Fäden, ihre Solokokons zu spinnen, d. h. pergamentartige, spindelförmige Hüllen, die eng miteinander verwoben sind. Oftmals sind einzelne Fäden des Kokons braunschwarz verfärbt. Die Ursache ist noch ungeklärt.

Die parasitierten Wirtspuppen, z. B. solche von *P. brassicae*, zeigen zunächst keine Veränderungen. Sie reagieren noch 10–14 Tage nach der Bestiftung durch das bekannte Schlagen mit dem Abdomen. Erst allmählich erstarren die Intersegmentalhäute, und die Puppe nimmt dann eine sandfarbene Tönung an, ähnelt also solchen, die von *Pteromalus puparum* L. belegt sind. In letzterem Fall wird die Puppenhaut jedoch hart und spröde, während sie bei Befall durch *H. melanarius* auffällig zäh wird und elastisch bleibt.

Die erste schlüpfreif werdende Imago nagt meist im unteren Bereich der Flügelanlagen ein rundes, schwach gezacktes Loch von etwa 1½ mm Durchmesser, durch das alle übrigen Insassen folgen. Gelegentlich wurde auch ein zweites Schlüpfloch in der anderen Flügelanlage oder in einem der ersten Abdominalsegmente beobachtet.

5. Übergang vom Ekto- zum Endoparasitismus

Aus der Tatsache, daß sich die ausgereiften Imagines von *H. melanarius* ihren Weg aus der äußerlich unverletzten Wirtspuppe bahnen müssen, war zunächst zu schließen, daß die Larven endoparasitisch leben. Das verwunderte, da alle uns bekannten *Hemiteles*-Arten Ektoparasiten sind. Das Problem wurde jedoch erhellt durch Einsicht in die Lage der abgesetzten Parasiten-Eier und der ersten Larvenentwicklung im Wirt. Dabei zeigte sich einerseits eine gewisse Parallele zu eindeutig ektoparasitisch lebenden *Hemiteles*-Arten, z. B. zu *H. areator* Grav., *H. submarginatus* Bridg., *H. simillimus sulcatus* Bl., *Haplaspis nanus* (Grav.) = *Hemiteles fulvipes* Grav., andererseits Fortentwicklung zu Endoparasitismus.

Bei den erwähnten Ektoparasiten durchsticht das Weibchen bei der Eiablage den Gespinstkokon des Wirts, z. B. von *Apanteles glomeratus* L., und setzt dann sein Ei außen auf der Wirtslarve ab. Das geschieht auch noch, wenn man den Kokon vorher auf- oder seine beiden Polpartien abschneidet, oder gar den übrigbleibenden Ring durch eine Papiermanschette ersetzt. Nie bestiftet dagegen das Weibchen eine völlig freiliegende Wirtslarve, eine Beobachtung, die auch für die meisten anderen Schlupfwespen gilt, deren Larven ektoparasitisch leben (vgl. auch Speyer 1937, 64). Die geschlüpfte Parasitenlarve heftet sich an ihren Wirt fest und saugt ihn aus, bis nur noch seine Haut übrigbleibt.

Bei *H. melanarius* durchsticht das Weibchen zur Eiablage die untere Hälfte der Flügelanlagen der Wirtspuppe und bohrt den Legestachel — obwohl er je nach Placierung des Anstichs in dieser Region lang genug wäre — nicht weiter in das Körperinnere des Wirts ein, sondern setzt seine Eier in dem Hohlraum zwischen Flügelanlagen und Falterkörper (letztes Thorakal-, erste

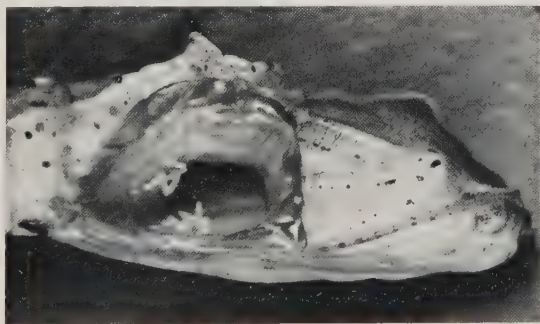


Abb. 1. Eier von *Hemiteles melanarius* Grav. in einer Puppe von *Pieris brassicae* L., Flügelanlagen zum Teil entfernt. — Hildegard Schneiders phot.

Abdominalsegmente) ab (Abb. 1). Dieser Raum ist von einer dünnen, nicht sklerotisierten Kutikula „ausgekleidet“. Wurden die Flügelanlagen bei frischen Puppen von *P. brassicae* mit Isolierband verklebt, so versuchten legelustige Weibchen auch dann nur dort einen Anstich. Bei späterer Präparation solcher Puppen wurden keine Parasiteneier gefunden. Das Weibchen von *H. melanarius* verhält sich bei der Eiablage also ganz anders, als z. B. *Pteromalus puparum* L. oder *Pimpla instigator* F., die an jeder beliebigen Stelle der Wirtspuppe versuchen, ihre Eier einzuführen und deren Larven eindeutig endoparasitisch leben.

Wenn die Larven schlüpfen, befinden sie sich anatomisch gesehen „außen“ auf ihrem Wirt, nämlich zwischen Flügelanlagen und Körper (Abb. 2). Lediglich die Tatsache, daß die äußeren Ränder der Flügelanlagen bald nach dem

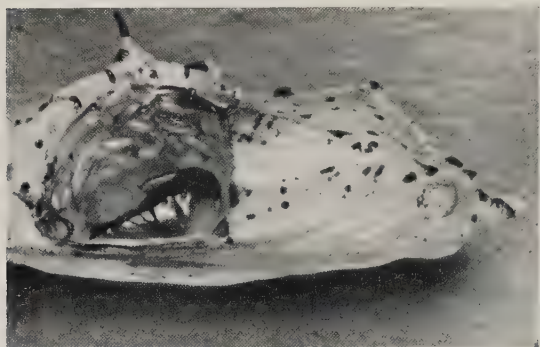


Abb. 2. Larven von *H. melanarius* in einer Puppe von *P. brassicae* kurz nach Verlassen des Eies. — Hildegard Schneiders phot.

Schlüpfen der Puppe aus der Raupe durch erhärtete Häutungsflüssigkeit mit dem Abdomen verkleben und so einen abgeschlossenen Raum schaffen, verändert das Bild. Die Larven durchnagen dann zunächst wie andere ektoparasitische Verwandte die dünnhäutige Kutikula und beginnen, ihren Wirt auszusaugen. Dabei zeigt sich aber bald eine Abweichung vom Ektoparasitismus. Hier wird nämlich allmählich die den Parasiten vom

Wirtsinneren trennende Kutikula zerstört, und die älteren Larvenstadien befinden sich dann in der Körpermasse ihres Wirtes.

Leider erlaubte es das verhältnismäßig geringe Material an *H. melanarius* nicht, die Art der Atmung bei den Larven näher zu untersuchen.

H. melanarius demonstriert somit einen der seltenen Fälle von beginnender Anpassung an endoparasitische Lebensweise. Dabei taucht eine Fülle genetischer und phylogenetischer Fragen auf, die leider noch unbeantwortet bleiben müssen. Vielleicht könnte das Mitgeteilte aber Anregung geben, bei der systematischen Durchforschung der Schlupfwespen auch einmal biologische Besonderheiten zu berücksichtigen.

6. Coparasitismus

Lange bestand Unklarheit darüber, ob *H. melanarius* ein Parasit 1. oder 2. Grades sei. Martelli (1907, 184) berichtet, daß aus im November 1904 in Teramo/Italien eingeschickten Puppen im April 1905 eine bzw. 5 Imagines von *H. melanarius* schlüpften und zwar neben 28 bzw. 5 Wespen von *Pteromalus puparum* L. Faure (1926, 89) schließt daraus, daß *H. melanarius* als Parasit von *P. puparum* angesehen werden müsse, also nicht ein Primärparasit von *P. brassicae* sei, wie Martelli annimmt. Wir bestätigen die Ansicht von Martelli: Beide Parasiten können nebeneinander in einer Puppe von *P. brassicae* aufwachsen. Jedoch kann dabei leicht Nahrungs- und Raum-mangel eintreten, dem die jüngsten bzw. schwächsten Larven unterliegen,

sei es, daß ihnen die Lebensmöglichkeit genommen wird, sei es, daß sie von den stärksten Larven ausgesaugt werden. In dem oben erwähnten Befund von Martelli, bei dem aus einer Wirtspuppe nur eine Imago von *H. melanarius* neben 28 Individuen von *P. puparum* schlüpften, erfolgte die Zurückdrängung auf Kosten von *H. melanarius*. Wir glauben uns zu dieser Folgerung berechtigt, weil nach unseren Beobachtungen die Ichneumonide immer mehrere Eier je Legeakt absetzt.

7. Wirtskreis

Bisher wurden *H. melanarius* folgende Wirte zugeschrieben:

Lepidopteren: *P. brassicae* L., *P. rapae* L., *P. napi* L. (Taschenberg 1865, 94), *Argynnis paphia* L. (Schmiedeknecht 1904–1906, 834), *Polychrosis botrana* Schiff. (Stellwaag 1925, 663), *Coleophora Giraudi* Rag., *C. hemerobiella* Sc.;

Coleopteren: *Hylurgus ligniperda* F., *Magdalis violacea* L., *Pogonochaerus fasciculatus* Geer (Martelli 1907, 184);

Hymenopteren: *Cynips collaris* Hart (Aerts, briefl. Mittlg. vom 11. 4. 1956).

In unseren Laborzuchten belegte die Wespe auch *Aporia crataegi* L. und *Vanessa urticae* L.

Die Breite des angegebenen Wirtsspektrums überrascht. Es ist schon auffällig, daß zwei ökologisch so heterogene Lepidopteren-Arten wie *P. brassicae* und *Coleophora Giraudi* bestiftet worden sein sollen. Da jedoch die Artensystematik der parasitären Hymenopteren, vor allem der von *Hemiteles*, eingehender Überarbeitung bedarf, ist es nicht ausgeschlossen, daß *H. melanarius* ein Homonym ist. Somit haftet der Angabe des Wirtskreises Unsicherheit an.

8. Zahl der Generationen im Jahr

Nach der Literatur zu urteilen, hat *H. melanarius* mindestens 2 Generationen im Jahr. Martelli (1907, 184) und andere trugen im November belegte Puppen ein, aus denen im April die Imagines schlüpften. Curtis (1842, 313) erhielt sie im Juli oder August aus Puppen von *P. napi* L. Kwall (1855, 230) zog die Wespen im August/September aus Anfang August eingetragenen Puppen von *Pontia* (= *Pieris*) *brassicae*. Eine zweite Generation beobachtete er im Dezember.

C. Zusammenfassung

Die Art *melanarius* Grav. wird vorläufig in der Gattung *Hemiteles* belassen. Sie ist über Mitteleuropa verbreitet und trat 1955 unerwartet in Puppen von *Pieris brassicae* L. auf. Der Entwicklungszyklus der Wespe wird beschrieben. Der Ort der Eiablage und der ersten Larvenentwicklung demonstrieren einen Übergang vom Ekto- zum Endoparasitismus. *H. melanarius* ist kein Parasit von *Pteromalus puparum* L., sondern Primärparasit von *P. brassicae*. Der aus der Literatur ersichtliche Wirtskreis ist nicht nur systematisch, sondern auch ökologisch heterogen. Es ist damit zu rechnen, daß *H. melanarius* ein Homonym ist.

D. Summary

Hemiteles melanarius Grav., recorded from Central Europe, 1955 was unexpectedly found as parasite of pupae of *Pieris brassicae* L. Its life-cycle is described. Oviposition and feeding-habits of first instar larvae are intermediate between ecto- and endoparasitism. *H. melanarius* is a primary parasite of *P. brassicae* and regularly does not attack *Pteromalus puparum* L. As its hosts described in the literature cover a wide range of systematically and ecologically different species, *H. melanarius* is probably a homonym.

E. Literatur

- Blunck, H.: Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. — Z. ang. Ent. **30**, 418, 1944; **33**, 228, 1951.
 — — — und Kerrich, G. J.: Polymorphismus bei *Haplaspis nanus* (Grav.) (= *Hemiteles fulvipes* Grav.) (Hym. Ichneumonidae) und die Beschreibung einer

- neuen *Haplaspis*-Art aus Ceylon. — Boll. Lab. Zoolog. Gener. Agrar. Portici **33**, 546–563, 1956.
- Curtis, J.: Observations on the Natural History and Economy of various Insects affecting the Turnip Crops, including the White Cabbage Butterflies, the Turnip-Seed Weevil. — Journ. R. Agric. Soc. England **3**, 306, 323, 1842, London.
- Faure, J. C.: Contribution à l'étude d'un complexe biologique: La Pieride du Chou (*Pieris brassicae* L.) et ses Parasites Hyménoptères. Lyon 1926.
- Kawall, H.: Entomologische Notizen aus Kurland. — Stettiner Ent. Ztschr. **16**, 230, 1855.
- Kerrieh, G. J.: Second Review of Literature concerning British *Ichneumonidae* (Hym.) with Notes on Palaearctic Species. — Trans. Soc. British Entomology **8**, 58, 1942.
- Martelli, G.: Contribuzioni alla biologia della *Pieris brassicae* L. e di alcuni suoi parassiti ed iperparassiti. — Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. R. Sc. Sup. Agric. **170–224**, 1907, Portici.
- Schmiedeknecht, O.: *Opuscula Ichneumonologica*, 1904–1906; 1930–1933, Blankenburg i. Thür.
- Speyer, W.: Entomologie, Dresden und Leipzig, 1937.
- Stellwaag, F.: Die Weinbauinsekten der Kulturländer. — Berlin, 1928.
- Taschenberg, E. L.: Naturgeschichte der wirbellosen Tiere. — Leipzig, 1865.

Ecology of Stored Products Pests: Progress of a Long-Term Project¹⁾

By M. E. Solomon

(Officer-in-Charge, Biology Section, Pest Infestation Laboratory,
Slough, Bucks., England)

With 2 Figures

The aim of the present paper is to give a brief account of some recent ecological work in the Biology Section of the Pest Infestation Laboratory.

Systematics apart, any serious study of pests of stored products has from the start involved ecological observations. Moreover, since some of these pests are easy to rear in the laboratory, they have been favourite subjects for experiments on the effects of population density, and more recently of competition between species. Finally, the same species as infest stored products have been found by many collectors in the field: under bark, in fungi, in the nests of Hymenoptera, birds or rodents, in grains and seeds, and elsewhere (Hinton 1943, 1945; Linsley 1944).

Performance under Laboratory Conditions

The determination of the rates of development, reproduction and mortality provides a useful guide both in practical control and in further ecological study. At Pest Infestation Laboratory over the last decade we have aimed at a fairly complete coverage of the range of temperatures and humidities with most species studied, and at the collection of data on the schedules of development, reproduction and mortality in such a form that they could be combined to give estimates of the corresponding net rates of increase. These estimates are calculated by the methods described by Birch (1948), Leslie & Park (1949) and Howe (1953).

The first species to be thoroughly investigated at P.I.L. in this way was the Flour Mite, *Acarus siro* L. (= *Tyroglyphus farinae* L.) studied by A. M. Cunningham and the writer, and although the calculations are not yet published, this is the most complete example available for illustration (Fig. 1).

In Australia, Birch (1945, 1953), produced diagrams of this type for *Calandra oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.). At P.I.L., charts showing developmental

¹⁾ This account is published by permission of the Department of Scientific & Industrial Research.

periods and limits beyond which development is not completed have been produced for *Trogoderma granarium* Everts and *Tribolium castaneum* (Herbst) (see Howe 1952, 1956c), *Plinus tectus* Boield. (see Howe & Burges 1953), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and *O. mercator* (Fauv.) (see Howe 1956b), *Lasioderma serricornis* (F.) (see Howe 1957), *Cryptolestes ugandae* Steel & Howe (see Lefkovitch 1957), and other species.

These diagrams provide answers to many of the questions arising in the warehouse. Moreover, if climatographs for various places are superimposed on this type of chart, it is possible to explain in a general way the geographic limits of the species, or to estimate its potential distribution (Howe & Burges 1953), or again, to estimate the number of generations per year possible in different regions (Howe 1957). Of course, these methods must be used with caution, because of the differences between the physical conditions in meteorological screens and those in storage places.

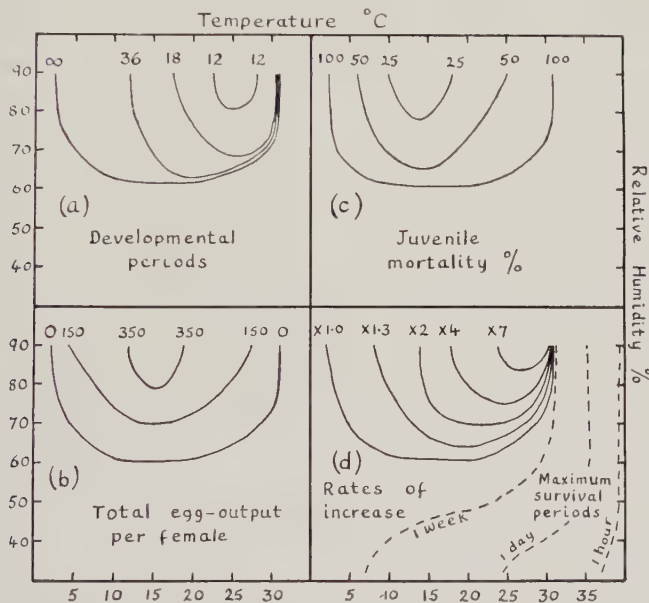


Fig. 1. Life-history and physical limits of the Flour Mite, *Acarus siro* L., reared without crowding, on wheat-germ. (a) Period of development, in days, from laying of egg to production of first F_1 egg. (b) The daily egg-output of a female rises to a peak and declines again; for ease of illustration, only the totals of eggs laid are shown. (c) Mortalities are very variable; the diagram is based on means of a series of experiments. (d) Rates of self-multiplication per week, calculated approximately from data of categories (a), (b) and (c); also maximum survival periods beyond the limits for complete development.

Another difficulty in the application of laboratory results based on constant conditions is that temperatures and humidities in stores frequently undergo diurnal fluctuations. These range from fluctuations matching those in the meteorological screen, if small quantities of material are stored in flimsy sheds, to a complete absence of diurnal fluctuations in the depths of a stack or bulk of stored material. We have met this difficulty in one set of laboratory experiments by the use of electrical heaters with time-switches, and more adequately by the use of a thermostat combined with a clock to give a continuous cycle of temperature (Howe 1956a). So far, in experiments with several different species, temperatures fluctuating within the range of conditions allowing completion of development have given results not very different from the rates at the corresponding constant mean temperatures. It is when the fluctuations extend beyond the limits for complete development that the results cannot be predicted, and experiments of this type

are an important adjunct to the plotting of potential geographic limits (R. W. Howe, unpublished).

Populations in Masses of Grain or Flour

In the period 1940–1948, when T. A. Oxley was in charge of the Biology Section, a series of ecological studies was pursued which depended on the use of various sampling techniques for the investigation of populations of pests, chiefly in bulk grain. These investigations were usually combined with the study of temperatures and moisture contents in the mass of material and of the heating caused by some populations [see Howe (1943), Howe & Oxley (1944), Oxley & Howe (1944), Solomon (1945, 1946), Lucas & Oxley (1946)]. During this period, a similar type of investigation was being pursued by Richards & Waloff (1946) of the Imperial College of Science & Technology, University of London, and by Wilson (1946, 1949) in Australia. From P.I.L., Howe (1950) made a study of the distribution and population changes of *Ptinus tectus* Boield. in a flour store. Such investigations were most important in a period when considerable quantities of grain and flour were held in long-term storage, but they have not been entirely abandoned at P.I.L. Dr. H. D. Burges has recently made a study of the movements and growth of populations of *Trogoderma granarium* Everts in malt, in relation to the pattern of temperatures in the grain. We are conscious of the need for more information about the relationships between temperatures and humidities in stores, and at various depths into stored materials, with outside conditions, and some recent papers have dealt incidentally with this topic [Howe (1952) in N. Nigeria, Solomon & Adamson (1955) in Britain].

Another project stemming from the ecological work of the 1940s is a laboratory study of the influence of physical conditions on the interaction of the predatory mite *Cheyletus eruditus* Schr., with the Flour Mite *Acarus siro* L. as prey (Solomon, unpublished).

Over-Wintering

The ability of various pests to withstand extremes of temperature or humidity may be assessed by direct observation under storage conditions. The most important physical hazard in climates like that of Britain is the winter cold. A series of observations on the survival or failure of 68 species in rather exposed storage conditions (Solomon & Adamson 1955) clarified the division of stored products insects into cold-hardy and cold-susceptible groups. The former are generally native to the area or have become permanently established, while the latter, although often introduced from warm areas, do not survive the winter except in warm situations and do not become established unless they are allowed to persist permanently in heated buildings. This simplified classification must be modified to include certain species which although coming from hot climates are nevertheless cold-hardy, notably some of the Dermestidae such as *Anthrenus vorax* Waterh. and *Trogoderma granarium* Everts. Moreover, some species are usually confined to heated buildings, and if found on occasion in unheated premises are assumed to be recent and temporary introductions, yet are well able to withstand the winter cold. In some cases it is probable that the overall coolness of the British climate allows only an extremely slow rate of development. No doubt this applies also to many of the cold-susceptible species.

Diapause

The life-cycle of some pests is interrupted by a period of diapause, a resting phase which occurs even in conditions favourable for development. Although this may be observed in the laboratory, its ecological significance can be understood only if such observations are combined with a study of the life-cycle under natural and storage conditions. Recently, the diapause of two species of Dermestids has been investigated, with strikingly different results for the two species.

Dr. G. M. Blake has made a study of the biology and behaviour of *Anthrenus verbasci* (L.), which is a common domestic pest in S. England. It is also found breeding out-of-doors, where its developmental period is probably about two years, the insect overwintering first as a young larva and again as a fully-grown larva; the adults emerge in spring. The winter resting phase consists of a true diapause followed by a period of inactivity which ceases as the temperature rises

in spring. An extraordinary feature of this annual rhythm is that it persists, in a modified form, even when the larvae are reared under constant conditions of temperature, humidity, illumination and nutrition, in the laboratory. Temperature appears to have little effect on the inherent rhythm, but controls the amount of growth which takes place during an active period; in the laboratory at a constant temperature of 20° C. or higher, nearly all the larvae reach the fully-grown stage before the onset of the first resting period and pupate immediately after it, giving a one-year cycle; at 15° C., most of the larvae have two rest periods, giving the equivalent of a two-year cycle.

It thus appears that the ecological role of the diapause is to ensure that the adults emerge only in the spring. At higher temperatures, the first diapause plays this role, at lower temperatures the second does so. Whether the diapause condition also facilitates the overwintering of this species has not yet been determined.

Dr. H. D. Burges has found that populations of the Khapra Beetle, *Trogoderma granarium* Everts, commonly include two types of larvae, long-lived and short-lived. At a constant temperature of 30° C., the short-lived larvae alternately feed and moult without pause until their development is complete, usually within two months; the long-lived larvae, on the other hand, not only pass through a number of extra moults and feeding periods, but also spend long intervals resting in crevices, in a state of greatly reduced metabolism. A proportion of the long-lived larvae can be enticed from the crevices by raising the temperature or by providing fresh food, and some of them will then pupate. This weak facultative diapause is induced by accumulation of waste material or by deterioration of the food caused by the infestation; it appears in a higher proportion of the population at lower temperatures than at higher temperatures within the normal range of the species.

Since the long resting period enables many larvae of *Trogoderma* to survive in empty stores, and yet to resume activity when the stores are filled with fresh hot malt, the diapause helps the insect to survive and to exploit this particular environment efficiently. One can speculate that the combined ability to wait for long periods without feeding and to resume development when fresh food appears might equip the insect very well for life in its original habitat where it may have depended on an annual crop of seeds; but nothing is known about this.

Behaviour of Pests as an Aspect of their Ecology

The two investigations of the previous section were combined with laboratory studies of the behaviour of the species concerned. Adults of *Anthrenus verbasci* fly in spring and early summer to certain flowers, notably those of the Umbellifer *Heracleum sphondylium* L., where they feed and mate. The fertilised females commonly fly to birds' nests under the eaves or in the attics of houses, where they lay their eggs and where the larvae develop to the fully-grown wandering stage. Some eggs are laid elsewhere, and larvae are found developing in other sites. Most of the household damage appears to be caused by mature larvae wandering down into the rooms. They finally pupate, and some of the adults make their way towards brightly lit apertures; they are frequently found on the inner sides of window-panes. Those which find their way out then fly to the favoured flowers, so completing the cycle. Some adults may be fertilised at the breeding site, and lay most of their eggs there before flying out of doors.

The above account is pieced together partly from direct observation, especially in a survey by Woodroffe and Southgate (1954), and partly by inference from laboratory experiments by Dr. Blake. Young fertilised females avoided light at first, but became attracted to it from about the 12th day, virgin females after the 5th day. The adults were also attracted by the scent of *Heracleum* flowers. It was not possible to demonstrate a reaction to the odour of birds' nests, but eggs were laid in experimentally isolated nests which females could reach only by flight. The young larvae preferred dim situations and gave a strongly positive reaction to the smell of fishmeal, dead insects, or feathers. Both adults and larvae preferred low to high humidity.

With *Trogoderma granarium* Everts, Dr. Burges has used the results of laboratory experiments to explain the behaviour of larvae as observed in bins of malt. These experiments were concerned with the vertical movements of larvae in columns of grain, and with their habit of retiring into crevices.

Sources of Infestation

Infestation by stored products pests may begin before a crop is harvested (at least in hot climates), or at any subsequent stage in its transport and storage. Two major sources of infestation which have been studied at P.I.L. are the populations of insects and mites living more or less permanently (a) in residues of material under floors, in wall cavities, etc. (see Fig. 2), and (b) in the nests of birds associated with buildings.

The work of C. W. Coombs has shown, firstly, that large amounts of food materials, particularly grain, may lodge in the wall cavities or under the wooden floors of some of the older storage places, and, secondly, that large numbers of pests may be found living upon such materials, or even where the residues are sparser and consist largely of dust and rubbish. One granary examined had outer



Fig. 2. A mixture of grain, dust, webbing and insects in the wall-cavity of a granary, as revealed on removal of the inner wall-boards. Crown Copyright Reserved.

walls of corrugated iron, and inner walls of boards; the cavity between held quantities of grain at many points; living insects were found in this cavity at a mean density of 873 per metre length of wall (Coombs & Freeman 1955). When residues were in good condition the dominant species was either *Calandra granaria* (L.) or *Hofmannophila pseudospretella* (Stnt.); as the proportion of finely divided material in the residues increased, so also did the relative abundance of *Ptinus* spp. and *Tenebrio molitor* L.; and finally, as the food value of the residues declined still further, *Attagenus pellio* (L.) and the predatory larvae of *Scenopinus fenestralis* (L.) became dominant. An apparent succession of species associated with stages in the disintegration of grain has also been observed by G. E. Woodroffe and C. W. Coombs under the flooring of several storage places, where there was a gradient from good grain at the surface to rotted material mixed with the soil beneath. They are at present studying these phenomena of succession in an experimental mass of grain stored on the cement floor of a hut, and initially infested with 6 species of pests. To what extent competition between species is important in the working out of this type of succession is not yet clear.

The investigation of birds' nests as a source of infestation was prompted by the observations and reviews of Linsley (1944) and Hinton (1945). At P.I.L., Woodroffe (1953) established the distinction between dry nests, protected from rain and supporting a scavenging fauna including many pests of stored products, and wet nests, exposed to rain when the birds have left them and supporting a quite different fauna. Dry nests are those of birds such as the sparrow, martin, pigeon, jackdaw and swallow, which commonly nest on or in buildings. In addition to 12 species of ectoparasites of birds, Woodroffe collected 76 species of scavengers (10 of them mites) and 25 species of predatory insects and mites. This fauna included a number of important pests such as *Hofmannophila pseudospretella* (Stnt.), *Anthrenus verbasci* (L.), *Ptinus tectus* Boield., *Stegobium paniceum* (L.), and *Acarus siro* L., but of course included only cold-hardy species. Not only was the number of species revealed by this survey unexpectedly large, but the numbers of individuals found in some of the nests were often suprisingly high, e.g. hundreds of larvae of *Hofmannophila* were commonly found in the nests of sparrows, martins and pigeons, and hundreds of larvae of *Ptinus tectus* in many pigeons' nests.

As in residual populations, a succession of species can be observed, from a predominantly ectoparasitic fauna at first, to a scavenging fauna attracted by the nest materials which include feathers and sometimes excrement. Within the scavenging phase, various changes in the relative abundance of species may be observed, as, for example, predatory insects and mites reduce the abundance of other species (Woodroffe 1953).

The nests of rodents and of Hymenoptera have not yet been investigated at P.I.L., but the fauna of bat roosts in buildings has been studied (Woodroffe 1956). The dung which accumulates beneath the roosting sites has a fauna broadly similar to that of dry birds' nests.

Yet another source of infestation by some species are true field populations. The adults of *Anthrenus verbasci* on flowers might be regarded as a field population, but the survey by Woodroffe & Southgate (1954) showed that this species is suburban in its distribution, and is normally found only on flowers in the near vicinity of houses. This is the case at least in England, where the species is common only in the south-east and westwards along the south coast, possibly an effect of regional differences in amounts of sunshine.

These, briefly, are the main features of the ecological investigation in progress at the Pest Infestation Laboratory. A number of items and references have been omitted for lack of space.

In conclusion, I wish to thank Mr. G. V. B. Herford, Director of the Laboratory, and my colleagues of the Biology Section, who have agreed to the inclusion of information not yet published elsewhere except in report form in recent issues of Pest Infestation Research.

Summary

Work on the ecology of pests of stored products at the Pest Infestation Laboratory, Slough, in recent years includes the study of (1) rates of development, mortality, reproduction and net increase under controlled conditions, (2) populations in masses of grain or flour, in relation to physical conditions, (3) powers of overwintering, (4) the role of diapause in certain life-cycles, (5) the behaviour of certain species, (6) certain sources of infestation, notably the fauna hidden residues of food material and of birds' nests on buildings; and succession as observed in such populations.

References

Pest Infestation Research is published annually for the Department of Scientific & Industrial Research by H. M. Stationery Office, London. Other references cited: —

- Birch, L. C.: A contribution to the ecology of *Calandra oryzae* L. and *Rhizopertha dominica* Fab. (Coleoptera) in stored wheat. — Trans. Roy. Soc. S. Aust. **69**, 140-149, 1945.
- — The intrinsic rate of natural increase of an insect population. — J. anim. Ecol. **17**, 15-26, 1948.
- — Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects. II. The influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain beetles. — Ecology **34**, 698-711, 1953.

- Coombs, C. W. and Freeman, J. A.: The insect fauna of an empty granary. — Bull. ent. Res. **46**, 399–417, 1955.
- Hinton, H. E.: Natural reservoirs of some beetles of the family *Dermestidae* known to infest stored products, with notes on those found in spider webs. — Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) **18**, 33–42, 1943.
- — A monograph of the beetles associated with stored products. Vol. I. — 443 pp. London, Brit. Mus. (Nat. Hist.), 1945.
- Howe, R. W.: An investigation of the changes in a bin of stored wheat infested by insects. — Bull. ent. Res. **34**, 145–158, 1943.
- — Studies on beetles of the family *Ptinidae*. III. — A two-year study of the distribution and abundance of *Ptinus tectus* Boield. in a warehouse. — Bull. ent. Res. **41**, 371–394, 1950.
- — Entomological problems of food storage in Northern Nigeria. — Bull. ent. Res. **43**, 111–144, 1952.
- — The rapid determination of the intrinsic rate of increase of an insect population. — Ann. appl. Biol. **40**, 134–151, 1953.
- — A method for obtaining a controlled daily temperature cycle. — Ann. appl. Biol. **44**, 188–194, 1956a.
- — The biology of the two common storage species of *Oryzaephilus* (Coleoptera, Cucujidae). — Ann. appl. Biol. **44**, 341–355, 1956b.
- — The effect of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae). — Ann. appl. Biol. **44**, 356–368, 1956c.
- — A laboratory study of the Cigarette Beetle, *Lasioderma serricornis* (F.) (Col., Anobiidae) with a critical review of the literature on its biology. — Bull. ent. Res. **48**, 9–56, 1957.
- — and Burges, H. D.: Studies on beetles of the family *Ptinidae*. IX. — A laboratory study of the biology of *Ptinus tectus* Boield. — Bull. ent. Res. **44**, 461–516, 1953.
- — and Oxley, T. A.: The use of carbon dioxide production as a measure of infestation of grain by insects. — Bull. ent. Res. **35**, 11–22, 1944.
- Lefkovitch, L. P.: The biology of *Cryptolestes ugandae* Steel & Howe (Coleoptera, Cucujidae), a pest of stored products in Africa. — Proc. zool. Soc. **128**, 419–429, 1957.
- Leslie, P. H. and Park, T.: The intrinsic rate of natural increase of *Tribolium castaneum* Herbst. — Ecology **30**, 469–477, 1949.
- Linsley, E. G.: Natural sources, habitats, and reservoirs of insects associated with stored food products. — Hilgardia **16**, 187–224, 1944.
- Lucas, C. E. and Oxley, T. A.: Study of an infestation by *Laemophloeus* sp. (Coleoptera, Cucujidae) in bulk wheat. — Ann. appl. Biol. **33**, 289–293, 1946.
- Oxley, T. A. and Howe, R. W.: Factors influencing the course of an insect infestation in bulk wheat. — Ann. appl. Biol. **31**, 76–80, 1944.
- Richards, O. W. and Waloff, N.: The study of a population of *Ephestia elutella* Hübner (Lep., Phycitidae) living on bulk grain. — Trans. R. ent. Soc. Lond. **97**, 253–298, 1946.
- Solomon, M. E.: Tyroglyphid mites in stored products. Methods for the study of population density. — Ann. appl. Biol. **32**, 71–75, 1945.
- — Tyroglyphid mites in stored products. Ecological studies. — Ann. appl. Biol. **33**, 82–97, 1946.
- — and Adamson, B. E.: The powers of survival of storage and domestic pests under winter conditions in Britain. — Bull. ent. Res. **46**, 311–355, 1955.
- Wilson, F.: Interaction of insect infestation, temperature, and moisture content in bulk-depot wheat. — Bull. Coun. sci. industr. Res., Aust., No. 209, 31 pp., 1946.
- — Observations on wheat in a Victorian bulk depot. — Bull. Comm. sci. industr. res. Org., Aust., No. 244, 47 pp., 1949.
- Woodroffe, G. E.: An ecological study of the insects and mites in the nests of certain birds in Britain. — Bull. ent. Res. **44**, 739–772, 1953.
- — Some insects and mites associated with bat-roosts, with a discussion of the feeding habits of the Cheyletids (Acarina). — Ent. month. Mag. **92**, 138–141, 1956.
- — and Southgate, B. J.: An investigation of the distribution and field habits of the Varied Carpet Beetle, *Anthrenus verbasci* (L.) (Col., Dermestidae) in Britain, with comparative notes on *A. fuscus* Ol. and *A. museorum* (L.). — Bull. ent. Res. **45**, 575–583, 1954.

Auftreten und Bekämpfung einiger Obstschädlinge in Syrien

Von F. Schneider

(Eidg. Versuchsanstalt Wädenswil, Zürich)

Mit 6 Abbildungen

Einleitung

Die folgenden Beobachtungen beziehen sich auf einen Aufenthalt in Syrien im Auftrag der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinigten Nationen (FAO) vom Januar bis Dezember 1955. Sie besitzen entsprechend ihrer Kurzfristigkeit nur orientierenden Charakter und möchten auf einige typische Pflanzenschutzprobleme des Nahen Ostens hinweisen. Es wurden hier vor allem solche Schädlinge als Beispiele ausgewählt, welche auch in Mitteleuropa bekannt sind, sich jedoch im syrischen Klima epidemiologisch etwas anders verhalten. Eine aus dem Jahre 1952 stammende Zusammenstellung zeigt, daß der Obstbau in Syrien — was volkswirtschaftliche Bedeutung und Export anbelangt — sich mit dem Getreide- und Baumwollanbau wohl nicht messen kann, sich aber trotzdem einer beachtlichen Ausdehnung erfreut. Die verschiedenen Obstkulturen sind mit folgenden Baumzahlen vertreten: Oliven 9 000 000, Aprikosen 2 000 000, Walnuß 300 000, Äpfel 850 000 (hauptsächlich Lokalsorten, z. B. Sukari, neuerdings Golden Delicious und Starking), Birnen 510 000, Pistazien 590 000.

1954 publizierte A. S. Talhouk eine Liste der landwirtschaftlichen Schädlinge Syriens. Um Wiederholungen zu vermeiden, seien einleitend lediglich diejenigen Obstbauminsekten angeführt, welche im Verzeichnis von Talhouk nicht enthalten sind:

Apfel: *Sinoxylon perforans* Schr. (Bostrychidae), *Rhamphus pulicarius* Herbst (Curculionidae), Birne: *Acrobasis noctuana* Hb. (Pyralidae), *Anthonomus pomorum* L. (Curculionidae), *Hoplocampa brevis* Hlg. (Tenthredinidae), Quitte: *Recurvaria nanella* Hb. (Gelechiidae), *Argyroplote nubiferana* Haw. (Olethreutidae), Aprikose: *Capnodis carbonaria* Klug (Buprestidae), *Rhynchites auratus* Scop. (Curculionidae) wahrscheinlich identisch mit *Rh. trojanus* Gyll. in der Liste von Talhouk, Kirsche: *Caliroa limacina* Retz. (Tenthredinidae), Pflaume: *Grapholitha funebrana* Fr. (Tortricidae), *Hoplocampa* sp. (Tenthredinidae), Pfirsich: *Brachycaudus amygdalinus* Schout (Aphidae), Pistazie: *Pachypasa otus* Drur. (Lasiocampidae), *Schneidereria pistaciella* Weber (Gelechiidae), *Capnodis cariosa* Pall. (Buprestidae), *Chaetophorus vestitus* Muls. (Scolytidae), *Idiocerus stali* Fieber (Jassidae), *Forda riccobonii* Stefani (Aphidae), *Slavum wertheimae* HRL (Aphidae).

Die Bestimmung der meisten Arten besorgte in verdankenswerter Weise das Commonwealth Institute of Entomology in London (Direktor W. J. Hall), die Blattläuse untersuchte Herr D. Hille Ris Lambers, Bennekom/Holland, die Scolytiden Herr Prof. K. E. Schedl, Lienz/Österreich, und die Buprestiden Herr J. Pochon, Bern.

Niederschlagsmäßig gehören die meisten landwirtschaftlich genutzten Gebiete Syriens der Steppenzzone an. Kern- und Steinobst sind in der Regel Oasenkulturen, welche künstlich bewässert werden müssen. Wo Wasser in genügenden Mengen zur Verfügung steht und genutzt wird, ist ein intensiver Obst- und Gemüsebau möglich. Der 10 km breite Grüngürtel östlich der Hauptstadt Damaskus bietet dafür ein eindruckliches Beispiel. Der 4–5 Monate lang andauernde wolken- und regenlose Sommer ist aber auch in bewässerten Gebieten eine ständige Gefahrenquelle. Eine übermäßige Senkung des Grundwasserspiegels oder eine vorübergehende Verknappung in der künstlichen Wasserzufuhr führt sofort zu einer Schwächung der Obstbäume und zu einem rapiden Überhandnehmen von Sekundärschädlingen, vor allem Borken- und Prachtkäfern. Auf eine sorgfältige und regelmäßige Bewässerung und allgemeine Kultur- und Säuberungsmaßnahmen muß deshalb das größte Gewicht gelegt werden.

Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* L.)

Der Apfelwickler ist dort zweifellos der gefährlichste Schädling in Apfel- und Birnenpflanzungen. Zur Abklärung der Generationsverhältnisse dienten

die üblichen Ködergläser und Fanggürtel; auch wurden regelmäßige Eizählungen und Befallskontrollen durchgeführt. In Zebedani (1150 m) einem Jahrhunderte alten Apfelproduktionsgebiet im Antilibanon, entwickelt der Schädling drei vollständige Generationen. 1955 fielen die Eiablagemaxima etwa auf den 10. Mai, 4. Juni und 13. August. Auffällig war die scharfe Trennung der Generationen, was mit dem ausgeglichenen, beständig sonnigen Wetter im späten Frühjahr und Sommer zusammenhängen dürfte. Keine Raupen der ersten und zweiten Generation traten in Diapause, dagegen alle der dritten Generation. Die überwinterte Raupenpopulation ist deshalb in physiologischer Hinsicht sehr einheitlich, eine weitere Erklärung für den konzentrierten ersten Falterflug und die auffällige Scheidung der einzelnen Bruten. Die erste Generation war befallsmäßig die harmloseste, die zweite erwies sich als sehr gefährlich, vor allem für die frühen Lokalsorten. In einer Pflanzung wurden von der zweiten Generation sechsmal mehr Früchte zerstört als von der ersten. Unter der dritten Generation leiden praktisch nur spätere Sorten. Ihr Fruchtbehang ist ohnehin schon stark ausgelichtet, so daß nur wenige Raupen zur Überwinterung gelangen. Dies erklärt den schwachen Flug im Frühjahr.

Eine solche Situation scheint weder am Westhang des Libanon noch in Persien (Teheran) vorzuliegen. Sie bietet bei der Obstmadenbekämpfung große Vorteile, vorausgesetzt, daß man sich an Hand von Ausschlüpfkontrollen und Eizählungen an den Bäumen Rechenschaft über den Zeitpunkt der Eiablagen gibt. Die erste Generation kann häufig ohne Risiko vernachlässigt werden. Gegen die zweite sind 2 Spritzungen mit Parathion oder Diazinon im Abstand von 10 Tagen zur Zeit der Eiablage wirksam, gegen die dritte Generation führen 1–2 weitere Behandlungen zu einem vollen Erfolg.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in der Oase von Damaskus (650 m). Hier tritt schon im Juni ein großer Prozentsatz der Raupen der ersten Generation in Diapause, von der zweiten Generation praktisch alle, so daß mit einer dritten Generation von wirtschaftlicher Bedeutung überhaupt nicht zu rechnen ist. Während in Europa mit zunehmender Meereshöhe und abnehmender Temperatur sich die jährliche Zahl der Apfelwicklergenerationen reduziert, liegen die Verhältnisse am Rande der syrischen Wüste gerade umgekehrt. Die Tageslänge als diapauseregulierender Faktor kann diese Inversion nicht erklären, weil sie für Zebedani und Damaskus identisch ist. Vielleicht wirken überoptimale Temperaturen und die außerordentliche Lufttrockenheit direkt oder über die Pflanze als Diapauseauslöser. Oder es bestehen genetische Unterschiede zwischen den Apfelwicklerpopulationen beider Gebiete, indem sich in Damaskus eine spezielle Walnußrasse herausgebildet hat (*Juglans* ist als Alleebaum hier sehr häufig und auch hochprozentig befallen). Der Apfelwickler ist vielleicht vom Nußbaum auf die nachträglich angepflanzten Apfelbäume übersiedelt, während er sich in Zebedani seit Jahrhunderten — wenn nicht Jahrtausenden — auf Apfelbäumen vermehren konnte. In Damaskus kann sich von der ersten und zweiten Generation her eine beträchtliche Raupenzahl in Verstecken ansammeln und überwintern. Der erste Falterflug und die Eiablage im folgenden Frühjahr sind deshalb viel massiver als in Zebedani und die Bekämpfung muß sich hier speziell gegen die erste aber auch gegen die zweite Generation richten.

Im Kernobstbau besteht in Syrien offenbar kein Spinnmilbenproblem. Man kann deshalb zur Bekämpfung des Apfelwicklers auch DDT verwenden. Dies ist besonders in jenen Pflanzungen von Zebedani und Damaskus empfehlenswert, wo die Wanze *Stephanitis pyri* F. (*Tingidae*) alljährlich die Blätter

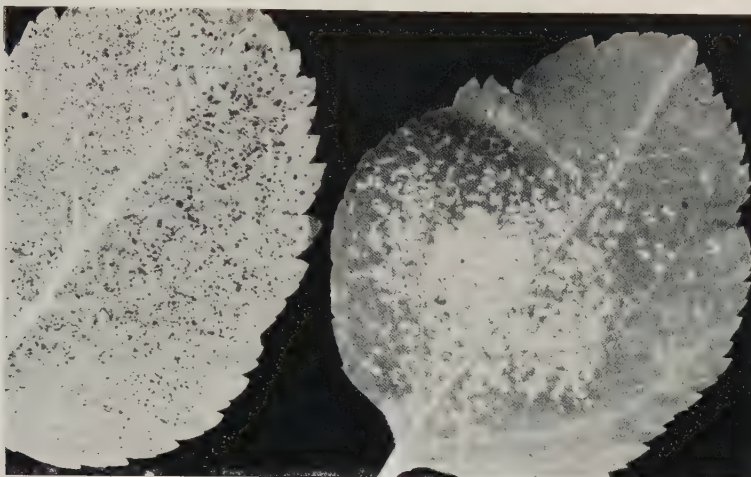


Abb. 1. Saugschaden von *Stephanitis pyri* an Apfelblättern. Diese Wanze tritt in Syrien an die Stelle der Spinnmilben und muß wie diese bei der Obstmadenbekämpfung berücksichtigt werden. — Links: Blattunterseite mit schwarzen, lackartigen Exkrementtropfen, rechts: bleichgelbe Saugschäden auf der Blattoberseite.

der Apfelbäume verunstaltet und mit Phosphorsäureesterpräparaten nur schwer zu vertilgen ist (Abb. 1).

Blausieb (*Zeuzera pyrina* L.)

Zeuzera richtet große Schäden an in Applepflanzungen und Baumschulen (Zebedani, Homs, Sueida). Neben dünnen Ästen werden von älteren Raupen auch Stämme befallen und ruiniert. Der Schädling entwickelt sich ununterbrochen während des ganzen Jahres und vollendet jährlich eine Generation. Flug und Eiablage dauern wochenlang (Spätsommer), und die chemische Bekämpfung der Jungraupen ist immer noch ein ungelöstes Problem. Die Pflanzersuchen durch Ausschneiden der älteren Raupen oder Herausangeln mit einem abgekrümmten Draht die Schäden zu mildern, gelegentlich wird auch die Paradi-chlorbenzolmethode (Bodenheimer 1930) angewendet. Einen guten Abtötungserfolg erzielen wir mit Lindan-imprägnierten Baumwollsaamen, welche im Frühjahr in die Bohrlöcher gesteckt werden. Die Methode ist besonders wirksam, unmittelbar bevor die Raupen verpuppungsreif sind und die Austrittsöffnung erweitern. Das Bohrloch wird mit einem Nagel von etwa 3 mm Durchmesser etwas erweitert und mit dem



Abb. 2. Behandlung von *Zeuzera*-Bohrlöchern mit Lindan-imprägnierten Baumwollsaamen.

Samen dicht verschlossen (Abb. 2). Zubereitung der Samen: 12 g Lindan werden in 200 cm Xylol aufgelöst und dann etwa 2000 Baumwollsamens hinzugegeben. Nach 1 Tag wird das Material in einer Schicht auf Drahtgaze ausgelegt und mehrmals gewendet bis es völlig trocken ist. Um Lindanverluste zu vermeiden, bewahrt man die präparierten Samen in einer dicht schließenden Blechbüchse auf. Die pelzartig dicht behaarte Oberfläche der Baumwollsamens hält viel Insektizid zurück, Form und Größe der Samen entsprechen den *Zeuzera*-Bohrlöchern. Die Baumwollsamensmethode ist einfacher als diejenige mit Paradichlorbenzol oder das Herausangeln mit Draht, doch ist sie wie diese nur wirksam, wenn die Bäume mehrmals im richtigen Zeitpunkt genau auf Bohrlöcher abgesucht werden und wenn in einer geschlossenen Pflanzung ein hoher Prozentsatz der Altraupen abgetötet werden kann.

Borkenkäfer (*Scolytus rugulosus* Rtzb.)

Scolytus rugulosus folgt in Apfelpflanzungen als Sekundärschädling auf *Zeuzera* (Abb. 3), vermehrt sich aber auch in Aprikosengärten massenhaft, sobald die Wasserversorgung vorübergehend einen Unterbruch erleidet. Der Schädling durchläuft wenigstens 2 Generationen im Jahr, während der Regen



Abb. 3. Stammportion eines Apfelbäumchens, primär von *Zeuzera* geschädigt (verlassener Bohrgang) und sekundär von *Scolytus* befallen.

zeit, im Winter und frühen Frühjahr, vermehrt er sich nur an geschwächten Bäumen und Baumpartien. Im Sommer werden aber, begünstigt durch die außerordentliche Lufttrockenheit, auch vollkommen gesunde, normal belaubte und mit Früchten behangene Äste von Apfelbäumen angegangen. Bei hoher Populationsdichte geht die Schädigung der Äste soweit, daß sie im kommenden Winter ein zweites Mal (sekundär) als Brutherde benützt werden und schließlich absterben. Der primäre Sommerbefall ist sehr charakteristisch (Abb. 4). Der Muttergang liegt ganz an der Oberfläche im Kambium, die darüber liegenden Rindenpartien trocknen ein und reißen, so daß befallene Äste mit rotbraun

umsäumten Längsfurchen markiert sind. *Scolytus* ist in praktisch allen Obstpflanzungen vertreten. Sobald die Wasserversorgung nicht funktioniert, setzt eine lawinenartige Massenvermehrung ein. Wir haben mehrere Aprikosenpflanzungen angetroffen, die schrittweise von diesem Schädling ruiniert worden

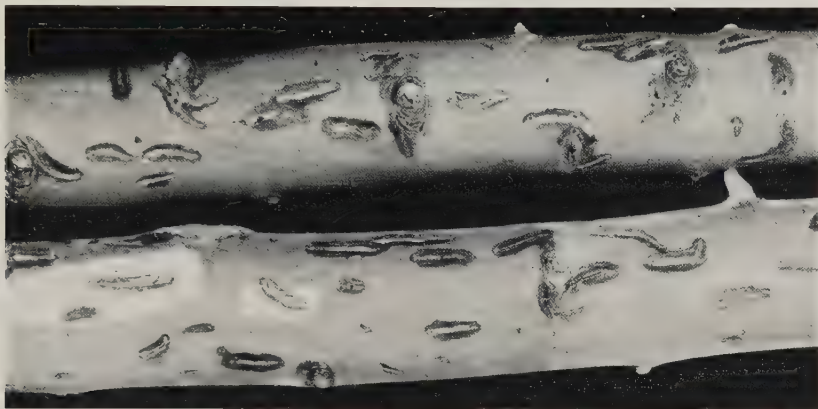


Abb. 4. Typischer Primärschaden der Sommergeneration von *Scolytus rugulosus* an Ästen eines sonst gesunden und wüchsigen Apfelbaumes.

sind. Größte Sorgfalt in der Bewässerung, vor allem in trockenen Jahren mit tiefem Grundwasserspiegel, und regelmäßige Säuberung der Pflanzungen und ihrer Nachbarschaft von anfälligen oder verseuchten Bäumen und Ästen bilden die besten Vorbeugungsmaßnahmen.



Abb. 5. Eiablagen des Aprikosenfruchtstechers an jungen Früchten.

Aprikosenfruchtstecher (*Rhynchites auratus* Scop.)

In der Oase von Damaskus mit ihren Hunderttausenden von Aprikosenbäumen tritt der Aprikosenstecher ziemlich häufig auf (Abb. 5). Die weiblichen Käfer bohren im April junge Früchte an, um ihre Eier tief im Fruchtfleisch zu versenken. Dann verschließen sie den Eikanal und nagen rings um den Einstich einen auffälligen

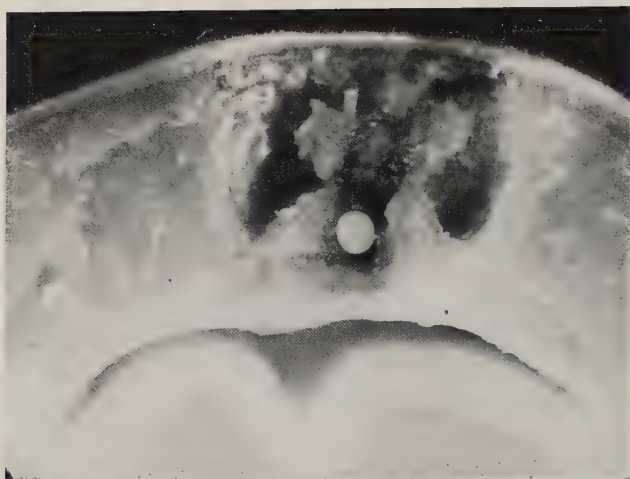


Abb. 6.
Schnitt durch eine
junge Aprikosenfrucht
mit *Rhynchites*-Ei und
Ringgraben.

ringförmigen Graben, welcher die Gewebepartien in der Umgebung der Eihöhle trocken legt (Abb. 6). Die Larve selbst entwickelt sich im Stein. Befallene Früchte bleiben am Baum. Die große Wunde kann nicht vernarben und verunstaltet auch die erntereife Frucht. Die wirtschaftliche Bedeutung von *Rhynchites* ist momentan nicht sehr hoch einzuschätzen, weil der größte Teil der Aprikosen zu einem Fruchtbrei verarbeitet und an der Sonne getrocknet wird. Bei einer Umstellung auf Tafelobstbau müßte der Käfer chemisch bekämpft werden. In Vorversuchen haben sich DDT und Parathion im frühen Frühjahr zur Zeit des Reifungsfraßes der Käfer gut bewährt. Außer auf Aprikosen konnten die charakteristischen Eiablagen auch auf Pflaumen, Kirschen und sogar auf Äpfeln nachgewiesen werden.

Kirschenblattwespe (*Caliroa limacina* Retz.)

Im eigentlichen Kirschenanbauzentrum Syriens, in der Umgebung des Dorfes Eriha bei Idlib (südwestlich Aleppo), spielt die Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi*) praktisch keine Rolle. Wenigstens wissen die Pflanzler nichts von ihr und stichprobenweise Kontrollen verliefen negativ. Dagegen verursacht die Kirschenblattwespe alljährlich erhebliche Schäden. Im Mai—Juni skeletrieren die schneckenähnlichen Larven die Blätter, die Bäume verfärben sich besonders in den oberen Partien braun und werden derart geschwächt, daß im folgenden Jahr praktisch nichts geerntet werden kann. Die Hauptschwierigkeit in der Bekämpfung liegt im Umstand, daß die Larven unmittelbar vor oder während der Fruchtreife vernichtet werden müssen. Vorläufig arbeitet man mit TEPP, das wohl sehr giftig ist, dank seiner Instabilität jedoch rasch wieder von den Früchten verschwindet.

Summary

In addition to the list of insects on plants of economic importance in Syria published by Talhouk in 1954 20 insects from fruittrees have been recorded. From 5 species some biological data are added. *Carpocapsa pomonella* develops three clearly separated generations at Zebedani (1150 m), in the region of Damascus (650 m) only 1–2. A new method for Leopard moth (*Zeuzera pyrina*) control with cottonseeds, impregnated with lindane, is described. Barkbeetles (*Scolytus rugulosus*) follow *Zeuzera* in apple plantations and destroy apricot orchards as soon as there is a deficiency in watersupply. The summer generation of *Scolytus* is able to attack healthy apple trees as primary pest. The apricot weevil *Rhynchites auratus* will be important if tablefruit production is extended and the cherry slug *Caliroa limacina* is the most troublesome pest in the important center of cherry production at Eriha.

Literatur

- Bodenheimer, F. S., 1930: Die Schädlingsfauna Palästinas. — Beiheft zur Z. angew. Entom. Nr. 10, Berlin.
 Talhouk, A. S., 1954: A list of insects found on plants of economic importance in Syria. — Bull. Soc. Fouad Ier Entom. **38**, 305–309.

Die Bekämpfung von Pflanzenschädlingen durch Saatgutbehandlung mit systemischen Insektiziden

Von G. Unterstenhöfer, Opladen

Mit der Verwirklichung der Inneren Therapie der Pflanze durch die Entwicklung systemischer Insektizide ergab sich die Notwendigkeit, die Potenzen der Wirkstoffe durch geeignete Anwendungverfahren so ökonomisch wie möglich nutzbar zu machen. Nachdem die Saatgutbehandlung, die mit Fungiziden zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten seit langem im Pflanzenschutz auf breiter Grundlage angewendet wird, unter Verwendung von Insektiziden auch zum Schutz der Pflanzen vor Schäden durch unterirdisch lebende tierische Schädlinge wirkungsvoll eingesetzt werden kann, lag es nahe zu versuchen, ob durch eine Behandlung des Saat- und Pflanzgutes mit systemischen Mitteln auch ein Schutz der auflaufenden Pflanze vor Frühbefall durch oberirdische Schädlinge erzielbar sei. Als Vorteil versprach ein solches Verfahren eine zeitlich und mengenmäßig gezielte Nutzbarmachung des angewendeten Wirkstoffes und damit einen bekämpfungstechnischen und wirtschaftlichen Fortschritt. So wurden denn auch bald nach Entdeckung der innertherapeutischen Wirkstoffe von uns und Bekanntwerden derselben von anderen Versuchsanstellern, insbesondere mit Schradan und „Systox“⁽¹⁾ (Demeton) Versuche zur Saatgutbehandlung durchgeführt. Inzwischen ist durch die Entwicklung neuer Anwendungsvorgänge und Wirkstoffe sowie breiter Überprüfung derselben in Laboratoriums-, Gewächshaus- und Freilandversuchen ein technischer Stand erreicht, der die Saatgutbehandlung im Baumwollbau als praxisreif zu bezeichnen gestattet. Wie Versuche überzeugend andeuten, lassen die dort gewonnenen Erkenntnisse das Verfahren auch für andere Indikationen als interessant erscheinen.

Verfolgt man die Entwicklung der Saatgutbehandlung mit systemischen Mitteln, so lassen sich 3 Etappen unterscheiden:

1. Die Naßbehandlung mit Schradan und Demeton.
2. Die Trockenbehandlung mit Schradan und Demeton.
3. Die Trockenbehandlung mit „Disyston“⁽¹⁾ und „Thimet“⁽²⁾.

Die Naßbehandlung mit Schradan und Demeton

Im Jahre 1950 berichteten Ivy, Iglinsky und Rainwater (1) über Versuche, bei denen die Wirkung einer Schradan-Naßbehandlung von Baumwollsaatgut ermittelt wurde. Sie konnten feststellen, daß sich auf Baumwollpflänzchen aus Samen, der in 0,5-, 1,0- und 2,0%ige Lösung getaucht war, noch 35 Tage nach dem Auflaufen keine Blattläuse und Spinnmilben ansiedeln konnten und daß bei diesem Verfahren sehr wenig Wirkstoff benötigt wurde.

¹⁾ Eingetragenes Warenzeichen: Bayer, Leverkusen.

²⁾ Eingetragenes Warenzeichen: American Cyanamid Corp.

Im gleichen Jahre gab Chao-Seng-Tsi (2) seine Ergebnisse bekannt, die er nach Beizung von Bohnen, Erbsen, Baumwolle und *Nasturtium* mit einer 0,5%igen „Pestox-3“-Lösung erzielt hatte. Auch er konnte erfolgreich über längere Zeiträume die aufgelaufenen Pflanzen gegen Blattlaus- und Spinnmilbenbefall schützen. Dabei zeigte sich, daß die Dauer der Schutzwirkung im allgemeinen vom Samengewicht abhängt. Zu den gleichen Resultaten kam Verfasser bei Versuchen, die er im Jahre 1949 mit „Systox“ bei Kartoffeln und Bohnen durchführte.

Auch Reynolds, Anderson und Swift (3) stellten fest, daß Kohlpflänzchen, die aus mit 1%iger Schradan- bzw. 0,5%iger „Systox“-Lösung behandelten Samen gezogen waren, während einiger Zeit blattlausfrei blieben.

Eingehende Untersuchungen über einige Grundfragen der Naßbeizung von Saatgut mit systemischen Insektiziden, insbesondere mit Demeton, führten David und Gardiner (4) durch. Eindeutige Resultate konnten bei Kohl, Dicke Bohnen und Kartoffeln erzielt werden. Bei Buschbohnen und in höheren Konzentrationen auch bei Kartoffelknollen wurden jedoch auch Pflanzenschäden beobachtet. Im Anschluß an diese Feststellungen wurden ins einzelne gehende Fragen an *Vicia faba* untersucht, deren Resultate folgendermaßen zusammengefaßt werden können:

1. Mit Hilfe von radioaktiv markiertem Wirkstoff konnte nachgewiesen werden, daß der Wirkstoff aus einer wäßrigen Lösung nicht selektiv aufgenommen wird.
2. Nach 24stündiger Einwirkung scheint die Absorptionsgeschwindigkeit ein Maximum zu erreichen.
3. Die insektizide Wirkung steht in direkter Beziehung zur Menge des aufgenommenen Wirkstoffes.
4. Mit markiertem Wirkstoff konnte nachgewiesen werden, daß sich nach 4stündiger Beizung das meiste „Systox“ in der Samenschale befindet, nach 24stündigem Tauchen dagegen in den Kotyledonen. Jedoch befindet sich auch dann noch etwa ein Drittel des gesamten Präparates in der Samenschale. Auch das in der Samenschale gespeicherte „Systox“ erreicht später die wachsende Pflanze.
5. Nach Saatgutbehandlung wird ein Teil des Wirkstoffes an den Boden abgegeben und steht der Aufnahme durch die Wurzeln zur Verfügung.
6. Alle Faktoren, die eine Wirkstoffverdünnung bewirken können, wie erhöhte Bodenvolumina und Wasser, beeinflussen die Dauerwirkung. Die in Topfversuchen gewonnenen Resultate lassen sich also nicht uneingeschränkt auf das Freiland übertragen.
7. Die gleiche Menge Wirkstoff ist nach Saatgutbehandlung wirksamer als nach Angießen in den Boden.
8. Gebeizte Samen erwiesen sich noch nach einmonatiger Lagerung als wirksam gegen Blattläuse.

David und Gardiner betonen weiterhin, daß eine Naßbeizung nur für großkörniges Saatgut geeignet ist, weil nur dieses ausreichende Mengen Wirkstoff absorbieren kann, ohne Keimschäden zu erleiden, und daß es vorteilhafter ist, niedrige Konzentrationen länger einwirken zu lassen als starke Dosen kurzfristig.

Damit war der grundlegende Nachweis erbracht, daß durch eine Saatgutbehandlung mit systemischen Insektiziden die Möglichkeit gegeben ist, auflaufende Pflanzen, die aus großkörnigem Saatgut gezogen werden, vor Früh-

befall durch Blattläuse und Spinnmilben zu schützen und Effekte zu erzielen, die denjenigen beim Angießen und Spritzen der Pflanzen erzielten durchaus an die Seite gestellt werden können.

Die Trockenbehandlung mit Schradan und Demeton

Bereits im Jahre 1950 berichteten David und Gardiner (1) über Experimente, in denen neben der Naßbeizung auch eine Trockenbehandlung von Baumwollsaatgut mit einem 25%igen Schradan-Staub geprüft wurde. Sie stellten dabei fest, daß das Trockenbeizverfahren zwar möglich ist, jedoch schlechtere Resultate als das Naßbeizverfahren liefert. Auch David und Gardiner (4) vermuteten, daß nach Saatgutbehandlung mit insektiziden Stäuben nur wenig Wirkstoff in das Saatgut eindringen, die Masse vielmehr auf der Oberfläche verbleiben und bei der Saat in den Boden gelangen würde. Bei der Naßbehandlung dringe der Wirkstoff in das Saatgut und werde mit den Reservestoffen in die Pflanze transportiert. Sie geben deswegen der Naßbehandlung auf Grund dieser Überlegungen den Vorzug.

Ein gewaltiger und grundlegender Fortschritt im Trockenbeizverfahren mit systemischen Insektiziden wurde in der Formulierung in der Weise gefunden, daß man von mineralischen Inertmaterialien auf Aktivkohle als Trägerstoff überging. Im Jahre 1952 erschienen 2 Veröffentlichungen, in denen über Erfahrungen mit Aktivkohle als Strecksubstanz für Wirkstoffe bei der Saatgutbehandlung hingewiesen wurde. Ivy (5) führte Versuche mit einer 50%igen Schradan-Aktivkohle-Aufbereitung bei Baumwolle durch und erzielte mit 1 pound Wirkstoff auf 100 pound Saatgut einen Schutz der Pflanzen gegen Blattläuse und Spinnmilben für die Dauer von etwa 6 Wochen, während Stäubemittel, in denen Attaclay als Streckmittel benutzt wurde, unwirksam waren. Er betont, daß Wirkstoffe, die in wäßriger Verdünnung pflanzenunverträglich sind, bei Verwendung von Aktivkohle in Aufwandmengen von 8 bis 16 pound/100 pound Saatgut keine Schäden verursachen. Auch Ashdown und Cordner (6) erzielten mit einer „Systox“-AktivkohleEinstellung in einer Dosierung von 8 ounces/100 pound Saatgut bei Erbsen sehr gute Erfolge, wobei sie keine Beeinflussung des Auflaufes zu registrieren hatten.

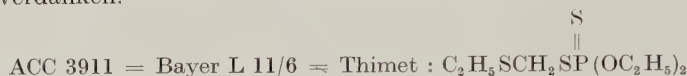
1953 konnte Unterstenhöfer (7) über Versuche mit einer „Systox“-KohleEinstellung bei *Vicia faba* berichten, bei denen eine statistisch gesicherte Befallsminderung durch *Doralis fabae* und Ertragssteigerung ermittelt werden konnte.

Die Vorteile der Aktivkohleverwendung können dahingehend zusammengefaßt werden, daß sie es gestattet, hohe Wirkstoffmengen an das Saatgut zu bringen, die Gefahr für Pflanzenschäden erheblich zu mindern und die Nachteile der Naßbehandlung in Form der Notwendigkeit einer sofortigen Aussaat im Anschluß an die Behandlung oder einer kostspieligen Rücktrocknung zu beseitigen.

Die Trockenbeizung mit „Disyston“ und „Thimet“

Mit besonderer Intensität wurde dieser dritte neue Weg des Schutzes der Jungpflanze in den USA speziell für den Baumwollbau bearbeitet, bei dem die Vermeidung von Frühbefall durch Schädlinge besonders wichtig ist. Dabei war man bestrebt, Wirkstoffe zu verwenden, die nicht nur gegen saugende, sondern auch gegen beißende Insekten wirksam sind. Einen Fortschritt brachten nach Ivy, Scales und Gorzyki (8) Thiono-Thiol-Verbindungen.

Heute haben sich 2 Wirkstoffe für die Baumwollsaatgutbeizung herauskristallisiert: ACC 3911 (= Thimet; dieser Wirkstoff ist identisch mit dem unabhängig hiervon und gleichzeitig in Prüfung gegebenen Bayer L 11/6) und Bayer 19639. Sie sind als 50%ige Aktivkohlezubereitungen unter den Namen „Thimet“ bzw. „Disyston“ bekannt. Chemisch sind es Thiono-Thiolphosphorsäureester, dadurch charakterisiert, daß ein Alkylmercaptoalkylrest mit einer Thionophosphorsäure verbunden ist. Die erste Erkenntnis dieser wirksamen Konfiguration ist der Synthese des „Systox“ durch Schrader zu verdanken.



Beide Verbindungen sind hervorragend systemisch wirksam, wenn sie den Pflanzen über die Wurzeln dargeboten werden. Die Resorption durch die Blätter und damit die Dauerwirkung nach Spritzung ist wegen ihrer geringeren Wasserlöslichkeit deutlich schwächer als die der entsprechenden Thiolverbindungen. Zur Erzielung der gleichen Dauerwirkung nach Spritzung werden etwa die 3–5fachen Mengen benötigt wie für die Thiolverbindungen, während die Thionothiolverbindungen nach Aufnahme durch die Wurzeln den Thiolverbindungen in der Wirkung gleich sind. Die Thionothiolverbindungen besitzen jedoch nach Mühlmann und Schrader (9) eine höhere Hydrolyse- und Alkalibeständigkeit. Das Wirkungsspektrum der Thionothiolverbindungen erstreckt sich auf beißende und saugende Insekten. Das Schwerkgewicht liegt jedoch, wie auch bei Demeton, in der Wirkung auf saugende Insekten.

Auf der Baumwollkonferenz in Memphis im Dezember 1955 gab Rainwater (10) einen umfassenden Überblick über die bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Resultate bei der Anwendung von ACC 3911 gegen die sogenannten early season cotton insects. Zur Anwendung kam eine Saatgutbehandlung mit 50%igem Aktivkohlepräparat in einer Aufwandmenge von 1 pound Wirkstoff je Saatgut für 1 acre. Die Saatgutbehandlung erfolgte einige Tage bis einige Wochen vor der Aussaat. An allen Versuchsstellen wurde übereinstimmend *Thrips* für eine Dauer von 3–7 Wochen nach dem Auflauf der Pflanzen bekämpft. Desgleichen konnte in einigen Gebieten der Schaden, verursacht durch leaf minor und white flies, ausgeschaltet werden. An einer Stelle wurde auch der Fraß durch cutworms verhindert. Die Wirkung gegen den überwinterten boll weevil war teilweise erkennbar, teils nicht. Die Beeinflussung der Keimung und der Jugendentwicklung war sehr unterschiedlich. Teils wurde keine Beeinflussung, teils eine 30–40%ige Minderung gegenüber der unbehandelten Kontrolle festgestellt. Diese schwankenden Angaben dürften durch unterschiedliche Witterung und Bodenart erklärbar sein. Insgesamt äußerte sich der Baumwollexperte Rainwater sehr optimistisch über die weitere Zukunft in bezug auf die Baumwollsaatgutbehandlung.

In den Agricultural Chemicals 1957 findet sich eine kurze Inhaltsangabe eines Vortrages von K. P. Ewing, gehalten auf der Baumwollkonferenz 1956 (11). Danach wurden im Jahre 1956 im größeren Umfang Versuche mit „Thimet“ und Bayer 19639 (= „Disyston“) auf einer Fläche von insgesamt rund 50,00 acre, verteilt über den Cotton Belt, durchgeführt. Ausnahmslos konnte festgestellt werden, daß beide Insektizide eine ausgezeichnete Be-

kämpfung von *Thrips*, Blattläusen und Spinnmilben für die Dauer von 4–6 Wochen nach dem Auflauf der Pflanzen ergaben. Für eine kürzere Zeitspanne wurden auch recht gute Resultate gegen den cotton fleahopper, white flies, flea beetles, leaf minors, cotton leaf perforator, darkling beetles und brown cotton leaf worm erzielt. Jedoch wurde nicht selten eine Auflaufverzögerung festgestellt. In den besonders stark durch Schädlinge befallenen Gebieten konnten darüber hinaus deutliche Wachstumsvorsprünge einschließlich der Blüten- und Kapselproduktion registriert werden. Auf der Cotton Insect Research and Control Konferenz in Birmingham, Alabama, im Dezember 1956 wurde Bayer 19639 unter Promising materials recommended for further experimentation aufgeführt und als geringer phytotoxisch als „Thimet“ bezeichnet. Die Dauerwirkung soll bei gleicher Aufwandmenge etwas geringer gegen *Thrips*, dafür aber länger gegen Aphiden sein als bei „Thimet“. Wir selbst haben mit „Disyston“ eine Reihe von Versuchen bei anderen Pflanzenarten durchgeführt, deren Resultate summarisch wiedergegeben sein mögen. In einer ausführlichen Arbeit wird über Einzelheiten noch berichtet werden.

1. Versuche an *Vicia faba* gegen *Doralis fabae*, *Macrosiphon pisi* und *Sitona lineata*

In Gewächshaus- und Freilandversuchen wurden bei einer Aufwandmenge von 1,9 kg/ha Präparat (= 0,95 kg/ha Wirkstoff) auf 240 kg/ha Saatgut eine über Wochen anhaltende Dauerwirkung erzielt. Pflanzen, die aus behandeltem Saatgut, welches Mitte März im Feld ausgesät wurde, aufgelaufen waren, konnten zur Zeit des Besiedlungsbeginnes durch *Doralis fabae* von Blattläusen nicht befallen werden. Die Auswertung des Fraßschadens durch *Sitona lineata* ergab eine eindeutige Minderung der Blattschäden in den „Disyston“-Parzellen, die in einer Größenordnung von 90% lag. In Gewächshausversuchen konnte bei der gleichen Aufwandmenge eine Dauerwirkung von 6 Wochen erzielt werden. Zu dieser Zeit standen die Pflanzen in voller Blüte. Es wurde dann noch eine 40%ige Abtötung erzielt. Eine Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums wurde weder im Freiland noch im Gewächshaus beobachtet.

2. Versuche an *Phaseolus vulgaris* gegen *Tetranychus telarius*

In Gewächshausversuchen betrug die Dauer der Schutzwirkung etwa 3 Wochen. Dabei ist zu beachten, daß durch die Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen die Entwicklung außerordentlich schnell vor sich geht. Bereits nach 14 Tagen hatten die Pflanzen eine Höhe von durchschnittlich 18 cm erreicht. Mit diesem schnellen Wachstum ergibt sich auch eine entsprechende zeitliche Verkürzung der Dauerwirkung, bedingt durch die Verdünnung der Wirkstoffkonzentration in der Pflanze und den beschleunigten hydrolytischen Abbau mit steigenden Temperaturen (9). Es dürfte deswegen vorteilhafter sein, bei Vergleichen der Dauerwirkung als Bezugsgröße nicht allein die Zeit, sondern auch den Entwicklungszustand der Pflanzen mit anzugeben.

3. Versuche an Kartoffeln gegen *Myzodes persicae*

Bei einer Aufwandmenge von 1 kg/ha Präparat (= 500 g/ha Wirkstoff) und einer Pflanzgutmenge von 20 dz/ha zeigten in Gewächshausversuchen die Pflanzen nach 5 Wochen bei einer Größe von mehr als 50 cm noch eine 50%ige Abtötung der Läuse.

4. Versuche an Zuckerrüben gegen *Doralis fabae* und *Pegomya hyoscyami*

Im Gewächshaus konnte an Rübenpflanzen, die aus mit 1,8 kg/ha (= 0,9 kg/ha Wirkstoff) behandeltem Saatgut herangezogen worden waren, noch nach 11 Wochen eine 85%ige Abtötung von *D. fabae* festgestellt werden. Die Pflanzen hatten zu diesem Zeitpunkt eine Höhe von 25 cm.

Gleichermaßen behandelte Pflanzen ließen wir nach 4 Wochen von *Pegomya hyoscyami* mit Eiern belegen. Die schlüpfenden Larven wurden gleich nach dem Einbohren in das Pflanzengewebe abgetötet, während eine Wirkung auf die Fliegen selbst nicht beobachtet werden konnte.

Die Versuche zeigen, daß außer bei Baumwolle auch bei anderen Pflanzenarten, deren Samen eine ausreichende Menge Wirkstoff zu fassen vermögen, die Beizung mit systemischen Insektiziden einen Schutz der Jungpflanzen vor Frühlbefall durch Schädlinge zu liefern vermag. Dieser neue Weg der Schädlingsbekämpfung verdient, sorgfältig geprüft und weiter entwickelt zu werden.

Zusammenfassung

Durch Behandlung des Saatgutes mit systemischen Insektiziden gelingt es, die auflaufenden Pflanzen für längere Zeit vor Befall durch tierische Schädlinge, insbesondere saugende Arten, zu schützen. Als sehr geeignet erwiesen sich Thiono-thiolphosphorsäureester, von denen heute „Thimet“ und „Disyston“ im Mittelpunkt des Interesses stehen. Sie werden als 50%ige Aktivkohlezubereitungen angewendet und besitzen praktische Bedeutung im Baumwollbau. Aber auch bei anderen Pflanzenarten wurden Erfolge erzielt, die eine weitere Bearbeitung der neuen Anwendungstechnik notwendig machen.

Summary

By seed treatment with systemic insecticides it is possible to protect the emerging plants against insects, especially against sucking species, for a longer period of time. Thiono-thiol-phosphates proved to be best suitable for this purpose. From this group of chemicals „Thimet“ and „Disyston“ are of major interest. They are applied as 50% activated charcoal formulations and are of practical importance on cotton. Promising results were obtained on other crops, too. Further work will have to be done on this new application technique.

Literatur

1. Ivy, E. E., Iglisky, W. and Rainwater, C. F.: Translocation of octamethyl pyrophosphoramidate by the cotton plant and toxicity of treated plants to cotton insects and spider mite. — Journ. econ. Ent. **43**, 620–626, 1950.
2. Chao Seng Tsi: Protection against aphids by seed treatment. — Nature **116**, 909–910, 1950.
3. Reynolds, H. T., Anderson, L. D. and Swift, J. E.: Test with two systemic insecticides on vegetable and field crops in Southern California. — Journ. econ. Ent. **46**, 555, 1953.
4. David, W. A. L. and Gardiner, B. O. C.: The aphicidal action of some systemic insecticides applied to seeds. — Ann. appl. Biol. **43**, 594–614, 1955.
5. Ivy, E. E.: Testing systemic insecticides. — Agr. Chem. **7**, 44–45, 121, 123, 1952.
6. Ashdown, D. and Cordner, H. B.: Some effects on insect control and plant response of a systemic insecticide applied as a spray, a seed treatment, or a soil treatment. — Journ. econ. Ent. **45**, 302–307, 1952.
7. Unterstenhöfer, G.: Freilandversuche mit dem systemischen Insektizid „Systox“ gegen die Schwarze Bohnenlaus (*Doralis fabae* Scop.) an Ackerbohne (*Vicia faba* L.). — Höfchen-Briefe 121–130, 1953.

8. Ivy, E. E., Scales, A. L. and Gorzycki, L. J.: Three new phosphate insecticides for the systemic control of cotton insects. — *Journ. econ. Ent.* **47**, 1148–1149, 1954.
9. Mühlmann, R. und Schrader, G.: Hydrolyse der insektiziden Phosphorsäureester. — *Ztschr. Naturforschung* **12**, 196–208, 1957.
10. Rainwater, C. F.: Systemic insecticide developments. — *Cotton Production*, Memphis, Tennessee, Dez. 1956, 15–16.
11. Anonym: Cotton production conf. — *Agr. Chem.* **12**, 48–49, 1957.
12. Ewing, K. P.: Nation Cotton Council, Birmingham, 13.–14. Dez. 1956, 17.

Plant disease control in Western Canada, with particular reference to Small Grains¹⁾

By T. Johnson²⁾

(Plant Pathology Laboratory, Winnipeg, Manitoba)

Introduction

The Prairie Provinces of Manitoba, Saskatchewan, and Alberta, which make up the chief agricultural area of Western Canada, contain more than 65 million acres (26 million hectares) of land devoted to field crops, of which more than 40 million acres are annually used for the cultivation of wheat, oats, barley and flax. Except for considerable areas in Manitoba, most of this land did not come under cultivation until after the beginning of this century. Plant diseases have been present to greater or less extent since agriculture began but they received no study until 1917; the immediate impetus to their study was the great rust epidemic of 1916 which is estimated to have reduced the wheat yield by almost 100 million bushels. At first the study of plant diseases was on a small scale because trained plant pathologists were almost nonexistent in Canada at that time. After it had been realized that plant diseases must receive attention, the training of plant pathologists was undertaken at certain institutions in Canada and the United States. In consequence, a group of trained plant pathologists quickly came into existence and enabled plant pathological and related work to be undertaken on a considerable scale by the mid-1920's.

It is the purpose of the present paper to discuss past and present plant disease problems and the efforts that have been made to control plant diseases in this area. These matters will be discussed in relation to the well-known principles of plant protection.

Exclusion

The agricultural area of Western Canada is a northward extension of the vast region comprising the Mississippi Valley and adjoining plains stretching from the Gulf of Mexico to the Canadian border. This is a fact of significance for the exclusion of plant diseases. Since the causal agents of many of these diseases are windborne, it is not to be expected that quarantine measures can effectively exclude the northward movement of pathogens disseminated by air. Under Canada's Destructive Insect and Pest Act quarantine measures are enforced against the introduction of certain cereal disease organisms not yet found in Canada but known to exist in the United States. For example, wheat may not be imported from any area in the United

¹⁾ Contribution No. 1605 from the Botany and Plant Pathology Division, Science Service, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Ontario.

²⁾ Officer-in-Charge.

States (or any other country) in which flag smut, *Urocystis tritici* Koern., has been found. Similar attempts are being made to exclude dwarf bunt, *Tilletia contraversa* Kühn, which occurs in the northwestern United States bordering Canada but has not yet been found in the Canadian Prairie Provinces.

Quarantine regulations relating to cereal diseases are not restricted to pathogenic organisms but apply also to host plants of certain dangerous pathogens. There is strict prohibition of movement into, or within, Canada of the alternate hosts (susceptible species of *Berberis* and *Rhamnus*) of *Puccinia graminis* Pers. and *Puccinia coronata* Cda.

Though quarantine regulations may not entirely succeed in excluding the disease organisms or plants against which they are directed, they form nevertheless, if properly enforced, the most effective barrier that can be erected against them.

Eradication

The eradication of diseases already established is usually difficult and frequently impossible. Eradication has probably achieved its greatest measure of success in the virtual elimination of the aecial stage of *P. graminis* as a source of infection in the three Prairie Provinces. The common barberry, *Berberis vulgaris* L., was introduced into North America from the seventeenth century onwards and, by the opening of the present century, had been planted rather extensively in the Mississippi Valley and, to a lesser extent, in Western Canada. The American campaign to eradicate this plant, commenced in 1918, has resulted in the destruction of about 500 million barberry plants, and the Canadian effort, carried on most vigorously between 1923 and 1932, has removed all common barberry plants known to exist in the Prairie Provinces. A similar effort to destroy the European buckthorn, *Rhamnus cathartica* L., the aecial host of *P. coronata*, has been less successful but has nevertheless greatly reduced the distribution of the plant.

The most that these efforts at eradication can be expected to accomplish is to eliminate the aecial stage as a source of local infection and hybridization of races. They cannot be expected to eradicate the rusts which can survive the winter in the uredial stage in the vicinity of the Gulf of Mexico, from which area they commence their annual northward migration.

Direct protection

The use of chemicals for the control of diseases has gradually been assuming greater proportions; but by far the most extensive use of chemicals for the protection of plants — the use of 2-4-D and related chemicals for weed control — has relation to plant-disease control only in so far as it destroys weeds that otherwise would act as carriers of disease, such as, for example, certain weeds that harbor the aster-yellows virus which, in recent years, has done some damage to the flax crop.

The smuts are another important group of cereal diseases in Western Canada. After 1915, bluestone (copper sulphate) largely gave place to formaldehyde in treatments of cereals for smut control; and since 1932 the latter has gradually been displaced by organic-mercury compounds which, now are used in the treatment of most of the cereal seed treated. In the last few years, the use of nonmercury compounds has gained favor for the control of bunt, *Tilletia caries* (DC) Tul. and *T. foetida* (Wallr.) Liro, because of their lower toxicity to man and animals. The treatment of cereal grain is, however, by no means universal despite recommendations that all cereal grain be treated unless it is known to be free from smut spores. In 1954, the percentages of farmers using seed treatment in the Prairie Provinces were as follows: Manitoba 46 per cent, Saskatchewan 51 per cent, Alberta 84 per cent¹).

It is probable that one of the factors that lessens the need of seed treatment is the production by plant breeders of cereal varieties much more resistant to smuts than those grown in earlier years. Such varieties, though not immune from smut, can be grown with less risk of serious infection than more susceptible varieties. Since races of smut virulent to resistant varieties may develop it would probably be advisable to protect new, resistant, varieties against infection by seed treatment. Such protection would almost certainly retard the development of virulent races.

¹) Data supplied by Dr. F. J. Greaney, Director, Line Elevators Farm Service, Winnipeg, Manitoba.

A problem that requires, and receives, particular attention is the evaluation of the effectiveness of a large number of new fungicides produced from year to year by the manufacturers of that type of chemical. This work of evaluation, centered at the Plant Pathology Laboratory, Winnipeg, is basic to the licensing of such chemicals for sale in Canada.

The treatment of standing grain by protective chemicals finds little application in Western Canada. The work of Greaney (7, 8) showed that sulphur could be used rather effectively to protect cereals against rust damage. The relatively successful efforts of plant breeders and plant pathologists in producing rust-resistant varieties have enabled the farmers to grow cereals profitably without the need of resorting to the protection of growing grain by chemicals. However, the temporary absence of rust-resistant wheat varieties, 1950-1954, has emphasized the need for a chemical protectant that can be applied easily and cheaply if rust-resistant varieties should again be unavailable at some future time. In consequence, there is now in progress active research aimed at the discovery of such a chemical.

Control of the loose smuts of wheat and of barley has always presented difficulties. The hot-water treatment, though relatively effective, requires more accuracy than most farmers are likely to exercise. In the United States and Canada, recent studies (9, 12, 17) have indicated that any one of several water-soak treatments performed at room temperatures, 20-25° C., is sufficiently effective and easy to apply to warrant recommendation to farmers.

Another facet of loose-smut control recently investigated in Western Canada is the production of seed free from smut infection. In Saskatchewan, an area of 200 square miles has been set aside for this purpose. In this area only barley seed free from loose-smut infection is to be sown. A survey of the seed from this area by the embryo-examination method has shown that the percentage of embryos infected with loose smut is considerably lower than in the remainder of the province, but it is too soon to come to a decision on the usefulness of such isolation areas in the production of seed of low smut infestation.

The embryo-examination method of testing seed for the presence of loose smut (15, 16) has proved a useful tool in determining the smut content of seed grain. Under present regulations all „elite“¹⁾ and „registered“²⁾ seed must be tested by this method to ensure that it does not exceed the limits of tolerance for loose smut; and government seed laboratories also maintain a service of such testing available to anyone who wishes to use it. A similar service, maintained for several years for determination of the „spore-load“ of bunt spores on wheat seed is probably one of the reasons for the reduced importance of bunt in recent years.

Immunization

Immunization is here considered as the development, by selection or breeding, of disease-immune or -resistant varieties. This method of controlling plant diseases has assumed very great importance in North America in the past four decades and has, probably, achieved its greatest success in the development of rust- and smut-resistant varieties of wheat and oats and the production of disease-resistant varieties of flax.

Because the genes for rust resistance present in the varieties of bread wheat, *Triticum vulgare* Vill., grown in North America were entirely inadequate against the prevailing rust races it became necessary to introduce into this species rust-resistance genes from *T. durum* Desf. and *T. dicoccum* Schrank. This task, undertaken in the United States about 1915, and begun shortly thereafter in Canada, began to produce, by 1935, a succession of bread wheat varieties rather highly resistant to races of *P. graminis* and *P. triticina* Erikss. At the time of their production it was impossible to predict how long these varieties would remain rust resistant - a question that only time could answer. By 1943, evidence had accumulated that some of these varieties were less resistant to *P. triticina* than at the time of their distribution to growers.

¹⁾ Elite seed is the progeny of the foundation stock of a variety.

²⁾ Registered seed is the progeny of elite seed.

Studies of the rust races isolated from these varieties showed (10) that as a result of the large-scale cultivation of these wheats new biotypes or subraces of greater virulence to these particular varieties became established and widespread. It was not until 1950 that any of these varieties suffered appreciable damage from stem rust. In that year, race 15B of *P. graminis* f. sp. *tritici*, which had first been discovered in 1939, became widely distributed in the principal wheat-growing regions of the United States and Canada. The sources of resistance incorporated in these varieties were entirely inadequate against race 15B, and in consequence the formerly rust-resistant varieties were rusted with increasing severity culminating in the great rust epidemic of 1954 in which losses to Canadian wheat growers were estimated at about 150 million bushels. (14). The production by the Cereal Breeding Laboratory, Winnipeg, of the rust-resistant variety Selkirk, distributed to farmers in 1955, has provided the wheat growers of Western Canada and adjoining parts of the United States with at least a temporary protection against current races of stem rust and leaf rust.

The first rust-resistant Canadian oat varieties (Vanguard released in 1937, Ajax in 1941) lacked resistance to crown rust and were resistant to only those races of oat stem rust that had been common up to the time of the distribution of the varieties to farmers. An increase in the prevalence of the previously rare races 8, 10 and 11 resulted in considerable stem-rust infection of these varieties from 1943 onwards. A search for a more adequate kind of stem-rust resistance revealed the „Canadian type“ resistance which originated from the variety Hajira (20, 21). This resistance, combined, in crosses, with the crown-rust resistance of the variety Victoria, resulted in the production of the stem-rust and crown-rust-resistant variety Garry in 1947, the first commercial variety resistant to all stem-rust and crown-rust races known at that time.

The production of Garry is a good example of how the development of a new variety may, unexpectedly, precipitate a new plant disease problem. It had not been fully realized that the crown-rust-resistant parent, Victoria, was highly susceptible to a root rot later popularly known as Victoria blight (11, 13). This root-rot susceptibility was inherited by Garry, and in fact also by all other descendants of Victoria possessing its full complement of crown-rust resistance. The pathogen, *Helminthosporium victoriae* Meehan & Murphy, was apparently generally present in the soil in North America but had not come to the attention of plant pathologists because the oat varieties formerly grown were resistant to it.

Despite the close linkage that appeared to exist between the full crown-rust resistance of Victoria and Victoria-blight susceptibility it was possible to select from Garry a root-rot-resistant line that combined all of its stem-rust resistance with much of the crown-rust resistance of Victoria. This Garry selection, now widely grown in North America under the original name Garry, represents the highest degree of rust resistance at present available in North American oat varieties and possesses, additionally, a rather high degree of resistance to the oat smuts *Ustilago avenae* (Pers.) Rostr. and *U. kolleri* Wille.

Because of the great economic importance of the cereal smuts it has been an important objective, from the beginning of the Canadian work of breeding rust-resistant varieties, to combine rust resistance and smut resistance in the same variety. This objective has been fully or partly attained in a number of varieties of wheat and oats. All the rust-resistant Canadian wheat varieties, Renown, Regent, Redman and Selkirk, are resistant to covered smut (bunt)

and moderately resistant to loose smut, *U. tritici* (Pers.) Rostr., and the oat varieties Rodney and Garry, now widely grown, are resistant to the oat smuts.

Common root rot, caused principally by *Helminthosporium sativum* P. K. & B. and *Fusarium* species, is another disease against which resistance is highly desirable in wheat grown in Western Canada. All wheat varieties that are released for distribution to farmers are previously tested for root-rot resistance in the laboratory and in field plots to ensure as far as possible that rust- and smut-resistant varieties are not unduly susceptible to common root rot. A similar procedure is adopted for bacterial black chaff, *Xanthomonas translucens* (J. J. & R.) Dowson.

The chief obstacle in the production of new wheat varieties is not so much the difficulty of combining these qualities of disease resistance as that of combining in one variety the necessary disease resistance with the various essential agronomic characters and the narrowly circumscribed quality requirements demanded by the export market for Canadian wheat. The relatively smaller effort required to produce satisfactory varieties of feed barley and of oats is due largely to the less rigorous quality requirements for these crops.

Selection and breeding as disease control measures have been highly successful in relation to flax (linseed). Flax wilt, *Fusarium oxysporum* f. *lini* (Bolley) Snyder & Hansen, the most serious disease of the flax crop in the early years of this century (1) was virtually eliminated as a factor in flax production by wilt-resistant selections made by H. L. Bolley and others (6), of which the variety Bison is probably the best known. Owing to susceptibility to rust, *Melampsora lini* (Ehrenb.) Lév., Bison was replaced in the early 1940's by more rust-resistant varieties. Some of these, such as Dakota in 1948, succumbed to rust but these have been replaced, since 1952, by American and Canadian varieties that have shown high rust resistance against the races now prevalent. Thanks to the distinguished work of Flor (3, 4, 5) breeders of rust-resistant flax varieties have the advantage of a more thorough understanding of the genetics of host and parasite than exists for any other of the small-grain crops. Pasmu, *Septoria linicola* (Speg.) Garass., is the only important flax disease against which no high resistance is known to exist, though some varieties are more tolerant than others.

New cereal varieties in relation to plant disease control

An example has been given above, in the reference to Victoria blight, of how a previously unknown or insignificant disease may assume practical importance if a variety very susceptible to it comes to be widely grown. Because each cereal crop is subject to many diseases it is frequently impossible to test hybrids and new varieties for their resistance to all of their known diseases. The impression sometimes prevails that certain diseases are of „major“ and other of „minor“ importance, whereas, actually, the importance of a disease is largely dictated by circumstances. Christensen (2) has pointed out that loose smut of barley, *U. nuda* (Jens.) Rostr., was an unimportant disease in Minnesota before the introduction of the varieties Glabron and Velvet, but that this disease became very destructive after these susceptible varieties were widely grown. Similarly, net blotch, *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs., was never important in Minnesota until the variety Moore was grown extensively. Thereafter, this disease became epidemic in this state and adjoining areas.

At present, barley is probably more seriously affected by plant diseases than any other cereal crop. There are several reasons for this: Barley is attacked, in Western Canada, by a greater variety of pathogens than wheat, oats, or rye. The acreage sown to barley has increased, in the Prairie Provinces, from about one million acres in 1915 to 9,500,000 acres in 1955. Perhaps most important of all, co-

operation between plant breeders and plant pathologists has been limited largely to breeding for resistance to rusts and smuts — the other diseases had received little attention from pathologists. In consequence, new barley varieties had been inadequately tested for their reaction to locally important diseases such as spot blotch, *H. sativum*, net blotch, *P. teres*, septoria leaf blotch, *Septoria passerinii* Sacc., and scald, *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis. It may be expected that recently established co-operation on these disease problems will, at least, result in a better knowledge of the disease reaction of parental varieties that are used in plant breeding and of new barley varieties than has existed hitherto.

Agricultural practices in relation to plant disease control

In a region of high concentration of cereals, and consequently, also, of high concentration of cereal pathogens, changing agricultural practices may rapidly influence plant disease situations. One practice which is believed to influence the amount of cereal diseases is that of leaving a „trashcover” of cereal straw on the fields after harvest. This practice is a natural consequence of the use of the combine harvesting machine which distributes the straw rather uniformly over the fields. In earlier days when the binder was in general use, the sheaves were carried off to threshing machines with the result that the threshed straw was concentrated in a few localities in the fields. Despite considerable evidence that trash cover leads to an increased concentration of all parasitic organisms that can survive the winter, there is reluctance on the part of plant pathologists to oppose this farm practice because of its value in soil conservation, especially as a preventive of soil drifting.

The accumulation of plant diseases can be reduced to some extent by sound farm practices such as crop rotation designed to ensure that cereals are not planted too frequently on the same land; and further improvement should result from plant breeding programs that have been undertaken for the development of varieties resistant to a greater number of diseases.

Though the trash-cover practice generally encouraged the development of plant diseases it has, apparently, had one beneficial effect. There is strong evidence (19) that the incorporation of the straw in the soil, a natural result of the trash-cover practice, has led to a sharp decline of browning root rot, *Pythium* spp., in wheat. This disease is favored by the high concentration of nitrogen relative to phosphorus, a condition which is frequent in summerfallowed land, and it was found that the disease can be controlled by the application of phosphatic fertilizers. The incorporation of more straw into the soil in recent years has apparently changed this balance between nitrogen and phosphorus in such a way as to influence the microbiological activities in the soil detrimentally for the pathogen and favorably for the growth, and possibly also for the disease reaction, of the plant.

The control of wheat streak mosaic, which is transmitted by the mite *Aceria tulipae* Keifer, is an example of how appropriate agricultural practices may limit the importance of a disease (18). Infection by the virus *Marmor virgatum* McK. is most serious on winter wheat but may also affect spring wheat if it is sown near diseased winter wheat. If spring-sown wheat becomes infected, it may serve as a means of transmission of the virus to any winter wheat sown near the spring wheat before the latter is completely ripe. The transmission of the disease to the winter wheat may therefore be controlled very simply, by delaying the sowing of winter wheat until the spring wheat is harvested.

References

1. Bolley, H. L.: Flax wilt and flax sick soil. — North Dakota Agr. Exp. Sta. Bull. 50, 1901.
2. Christensen, J. J.: Significance of barley diseases. — Rept. Barley Improvement Conference. Midwest Barley Improvement Association, Milwaukee, Wis. 1954.
3. Flor, H. H.: Genetics of pathogenicity in *Melampsora lini*. — J. Agr. Res. **73**, 335–357, 1946.
4. — — The inheritance of reaction to rust in flax. — J. Agr. Res. **74**, 241–262, 1947.
5. — — Host-parasite interaction in flax rust — its genetics and other implications. — Phytopathology **45**, 680–685, 1955.

6. — — Wilt, rust and pasmo of flax. — Plant Diseases, the yearbook of agriculture. U.S.D.A. 1953, pp. 869–873.
7. Greaney, F. J.: Field experiments on the prevention of cereal rusts by sulphur dusting (1930–1932). — Sci. Agr. **14**, 496–511, 1934.
8. — — The prevention of cereal rusts by the use of fungicidal dusts. Studies in cereal diseases XI. Canada Dept. Agr. Bull. 171, N. S., 1934.
9. Hebert, T. T.: A new method of controlling loose smut of barley. — Plant Disease Reprtr. **39**, 20–22, 1955.
10. Johnson, T. and Newton, Margaret: The occurrence of new strains of *Puccinia triticina* in Canada and their bearing on varietal reaction. — Sci. Agr. **26**, 468–478, 1946.
11. Litzenberger, S. C.: Inheritance of resistance to specific races of crown and stem rust, to Helminthosporium blight, and of certain agronomic characters of oats. — Iowa Agric. Exp. Sta. Research Bull. **370**, 1949.
12. Machacek, J. E. and Wallace, H. A. H.: A study of the germination of barley seed treated to control loose smut. — Can. J. Plant Sci. **37**, 59–68, 1957.
13. Meehan, Frances and Murphy, H. C.: A new Helminthosporium blight of oats. — Science, **104**, 413–414, 1946.
14. Peturson, B.: Wheat rust epidemics in Western Canada in 1953, 1954, and 1955. — Can. J. Plant Sci. (in press).
15. Russell, R. C.: The whole embryo method of testing barley for loose smut as a routine test. — Sci. Agr. **30**, 361–366, 1950.
16. — — and Popp, W.: The embryo test as a method of forecasting loose-smut infection in barley. — Sci. Agr. **31**, 559–565, 1951.
17. — — and Tyner, L. E.: The influence of temperature on the time required to control loose smut of barley by means of the Spergon or water-soak treatments. Can. J. Agr. Sci. **34**, 533–538, 1954.
18. Slykhuis, J. T.: *Aceria tulipae* Keifer (Acarina: Eriophyidae) in relation to the spread of wheat streak mosaic. — Phytopathology, **45**, 116–128, 1955.
19. Vanterpool, T. C.: The phenomenal decline of browning root rot (*Phythium* spp.) on the Canadian Prairies. — Sci. Agr. **32**, 443–452, 1952.
20. Welsh, J. N. and Johnson, T.: The source of resistance and the inheritance of reaction to 12 physiologic races of stem rust, *Puccinia graminis avenae* (Erikss. and Henn.). — Can. J. Bot. **29**, 189–205, 1951.
21. — — and Johnson, T.: Inheritance of reaction to race 7A and other races of oat stem rust, *Puccinia graminis avenae*. — Can. J. Bot. **32**, 347–357, 1954.
Aus dem Institut für angewandt-biologische Freilanduntersuchungen, Arnheim.

Neuere Ergebnisse der Deutschen Pflanzenschutzforschung im Gemüsebau

Von H. Bremer, Neuß

Im folgenden soll versucht werden, in aller Kürze den Anteil zu umreißen, den die deutsche Pflanzenschutzforschung in den letzten Jahren, etwa seit 1950, am Vorwärtkommen unserer Kenntnisse von der Pathologie der Gemüsepflanzen gehabt hat.

Auf dem Gebiet der Erforschung nichtparasitärer Krankheiten ist besonders ein Beitrag zur Kenntnis der Molybdänmangelerscheinungen bei Blumenkohl hervorzuheben. Sie sind auf den verschiedensten Böden nachgewiesen worden, doch stets im sauren Bereich der Reaktion, verstärkt durch Ammonsulfat-, abgeschwächt durch Kalziumnitratdüngung, durch Aufkalkung allein nicht zu beheben, wohl aber durch Molybdatgaben schon bei der Jugendentwicklung der Pflanzen (10, 74).

Eine als „Kranzfäule“ bezeichnete Erkrankung der Endivien konnte auf zu hohe Mineralstoffdüngung zurückgeführt werden (42).

Bei der ständig steigenden Bedeutung der Virosen im Gemüsebau galt ein erheblicher Teil der Bemühungen ihrer Erforschung. Von anderwärts bekannten Virusercheinungen an Gemüsen wurden erstmals in Deutschland festgestellt Blumenkohlmosaik (12, 57, 84), Schwarzringfleckkrankheit an Kohl (98), deren verschiedene Symptome an den einzelnen Kohlarten beschrieben und für die geeignete Testpflanzen angegeben wurden (44), und Meerrettich (44), Luzernemosaik an Acker- und Gartenbohnen (82), Enationenmosaik (*Pisum-Virus 1*) an Erbsen (76), „Stippelstreep“ an Bohnen (81), Selleriemosaik (36), Grünscheckung an Gurke (103), Bronzeflecken an Tomaten (54), Aderchlorose an Salat (99), Schwarzbeinigkeit bei Bohnen als Überempfindlichkeitsreaktion auf Bohnenmosaik (52), Gurkenwelke als Folge von Gurkenmosaik (44). Neuentdeckt und beschrieben wurden die viröse Blattrollkrankheit bei Erbse und Ackerbohne, die blattlausübertragbar ist und von überwinternden Leguminosen her im Frühjahr auf die Feldbestände übertragen wird (79), und eine Ringfleckenvirose bei Bohnen, deren Virus nahe Beziehungen zu dem Bukettstamm der Tabakringfleck-Virusgruppe hat (81).

Es hat sich herausgestellt, daß das, was man als Spinatmosaik oder -vergilbung bezeichnet, praktisch ausschließlich vom Gurkenmosaikvirus (GMV) verursacht wird. Obwohl Spinat von zahlreichen Viren befallen wird und darauf mit relativ wenig abweichenden Symptomen reagiert, sind doch die Symptome des GMV an Spinat von denen des Rübenmosaik- und des Rübenvergilbungs-Virus, die man auch für Urheber der Erkrankung gehalten hat, deutlich zu unterscheiden (45). Während in Westdeutschland die Spinatvergilbung verursachenden GMV-Stämme sich nicht von dem Erreger des Gurkenmosaiks unterscheiden, hat für Mitteldeutschland Behr (2) einen besonderen GMV-Stamm als pathogen bei Spinatvergilbung angegeben und beschrieben.

Bei den Viruskrankheiten der Leguminosen spielt die Frage der Samenübertragung eine besondere Rolle. Für das Ackerbohnenmosaik wurde sie nachgewiesen (78), nicht für das Enationenmosaik der Erbse (76), während bei dem Gelbmosaik der Bohnen Samenübertragung bei dieser Wirtspflanze selbst nicht erhalten werden konnte, wohl aber bei *Melilotus albus* (32); parallel damit wurde das Virus der letzteren Krankheit wohl im Steinklee pollen nachgewiesen aber nicht in dem der Bohne (32). Bei den nicht samenübertragbaren Viren dieser Wirtsgruppe bilden überwinternde Leguminosen die Verseuchungsquelle im Frühjahr, was im Falle des Erbsenvirus 1 durch Nachweis in *Trifolium incarnatum* und *Vicia villosa* gezeigt wurde (76). Obwohl die beiden Mosaikviren der Bohne sich nicht gegenseitig prämunisieren und im Wirtskreis wie in den Symptombildern sich deutlich unterscheiden, also keine Verwandtschaft aufweisen (32, 77), sind sie doch elektronenmikroskopisch nicht zu unterscheiden (11). Unterschiede in der Sortenresistenz gegen Erkrankung wurden für beide Bohnenmosaikformen gefunden (32, 77), nicht für das Ackerbohnenmosaik (78).

Daß das Gurkenmosaikvirus eins der verbreitetsten und nicht nur für den Gemüsebau (Spinat, Gurke, Tomate, Paprika) gefährlichsten Viren ist, wurde erneut dargetan. Zu dem bisher schon großen Wirtspflanzenkreis aus den verschiedensten Familien wurde eine erhebliche Zahl neuer Wirte gefunden (45, 104), wobei die Tatsache besonders gefährlich ist, daß bei einer größeren Zahl von Wirtsarten die Infektion ohne Symptome verläuft (104). Da Samenübertragung, wenn vorhanden, offenbar praktisch keine Rolle spielt,

und da trotz theoretisch überall vorhandener Ansteckungsmöglichkeit der Befall in den Feldbeständen außerordentliche Stärkeschwankungen aufweist, bleibt als vordringliche Aufgabe die Feststellung der Infektionsquellen. *Stellaria media*, als Feldunkraut neuerdings gebietsweise außerordentlich stark vermehrt, scheint in bestimmten Gegenden durch die Möglichkeit zu überwintern und als sehr häufiger Träger des Virus dabei eine große Rolle zu spielen (45). Bei Gurken beeinflussten Temperatur- und Kulturbedingungen sowie Sorten den Erkrankungsgrad in hohem Maße (45).

Bei den Tomatenvirosen wurde die Rolle des Kartoffel-X-Virus schärfer herausgearbeitet, das wie das Tabak-Mosaikvirus (TMV) selbst dann erhebliche Ernteverluste hervorruft, wenn es maskiert bleibt. Bei Kombination beider Viren (Strichelkrankheit) werden sie noch wesentlich höher (100, 101). Vorherige TMV-Infektion, nicht vorherige X-Infektion, schützt die Pflanzen gegen die gefährliche TMV + X-Kombination (102).

Der hohe Verseuchungsgrad des Salatsamens mit dem Salatmosaikvirus (SMV) wurde aufgezeigt. Dabei führt sehr geringe Primärinfektion durch Blattlausübertragung schon zu sehr hoher Bestandesdurchseuchung (43,99). *Nasonovia ribis-nigri*, die häufigste Salatblattlaus, kommt als Überträger nicht in Frage, kann aber durch das bloße Saugen schon ganz erhebliche Schäden verursachen. Durch Saatgutbeizung wurde, wohl infolge Aufgangsschutzes für sonst aufgangsschwache Samen, der Anteil primär virusinfizierter Keimlinge erhöht. Die Ernährung ist bei SMV-infiziertem Salat von Bedeutung für Symptomausprägung und Ernteverlust (44).

Unter den Gemüse-Bakteriosen ist besonders die Fettfleckenkrankheit der Bohnen (*Pseudomonas phaseolicola*) untersucht worden. Das Fettfleckensymptom ist danach Zeichen lokaler Erkrankung, während systemische sich in Chlorose, Stauchung, Hemmung der Blattentwicklung und Welken äußert (107, 108). Zur Verhütung der Primärinfektion hat sich Saatgutbehandlung mit Antibiotika (Kulturfiltrat von *Streptomyces griseus*, *Penicillium chrysogenum*, Rohstreptomycin und -penicillin) als äußerst wirksam erwiesen (51, 53).

Für das Zustandekommen bakterieller Fäulen bei Salat hat Stapp nachgewiesen, daß mehrere, untereinander verschiedenartige, fluoreszierende Bakterienarten als Erreger in Frage kommen, unter denen sich auch *Pseudomonas syringae* befindet (96).

Von Gemüse-Mykosen wurden in Deutschland erstmalig beschrieben die anderwärts bekannten und hier bisher wohl nur übersehenen Schokoladenflecken bei Ackerbohne (*Botrytis fabae*) (13) und Schmutzflecken bei Weißen Zwiebeln (*Colletotrichum circinans*) (16).

Unter den Kohlkrankheiten hat die Kohlschotenschwärze besondere Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Es wurde u. a. festgestellt, daß der Erreger in den meisten Fällen *Alternaria circinans* (Berk. et Curt.) Bolle (= *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh.) ist, daß die Schließzellen und Atemhöfe besonders empfindliche Krankheitsherde darstellen, daß zur epidemischen Krankheitsausbreitung fast völlige Dampfsättigung der Luft und hohe Temperatur (21–27°) nötig sind, daß der Pilz trotz Widerstandsfähigkeit der Schotenschale gegen Durchwachsen in die Schote und ins Innere der Samen eindringen kann, und daß organische Fungizide (Ziram, Thiram, Rhodandinitrobenzol) den anorganischen bei der Bekämpfung überlegen sind (25, 97).

Im Falle der Rettichschwärze wurden die Biologie des Erregers *Aphanomyces raphani* und die Erkrankungsbedingungen (leichter, feuchter, humus- und mineralstoffarmer Boden, Sorten ohne Schalenresistenz) eingehend untersucht (41).

Bei den Hülsenfrüchten haben besonders die bisher schwer bekämpfbaren Brennfleckenkrankheiten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen: Man hat sich bemüht, die Temperaturbedingungen für Fußkrankung bei Erbsen durch die Erreger zu finden, allerdings noch ohne übereinstimmendes Ergebnis (1, 89, 95), während die für die Sporenkeimung bei 24–25° (*Ascochyta pinodella* bei 22°) nun festliegen (1, 93). Auch für die Fruchtkörperbildung wurden Temperatur- (1) und Reaktionsbedingungen (92) festgelegt. Eingehende Untersuchungen wurden über

die Biologie des bisher am wenigsten bekannten Brennfleckenerregers an Erbsen, *Mycosphaerella pinodes*, durch Baumann durchgeführt (1) und dabei u. a. Toxinbildung durch den Pilz nachgewiesen. Infolge schwieriger Bekämpfbarkeit standen die Möglichkeiten der Resistenzzüchtung im Vordergrund. Das Vorhandensein eines fungistatischen Stoffes in der Samenschale resistenter Erbsensorten wurde erwiesen (91). Da derartige Stoffe nicht nur Myzelwachstum sondern auch Fruktifikation hemmen, ist die Pyknidenzählung in Kulturen mit Dekokten von Samenschalen oder Keimblättern von Erbsensorten ein brauchbarer Test für die Resistenz (94). Im Gegensatz dazu hat man sich bemüht, bei dem Brennfleckenerreger der Bohnen, *Colletotrichum lindemuthianum*, Möglichkeiten der direkten Bekämpfung zu finden. Das ist auch auf dem Wege der Saatgutbeizung mit der Kombination COBH + Hg (15, 22, 34) oder mit den Antibiotika Patulin und Streptomycin (39) und in Bestätigung ausländischer Ergebnisse mit Zinebspritzung des Laubes (15) weitgehend gelungen.

Eingehend untersucht wurde der Sellerieschorf-Erreger *Phoma apiicola* durch Gerstner (35). Dabei wurde u. a. das Vorkommen zweier morphologisch und physiologisch verschiedener Formen, Fehlen der Toxinbildung und Schwäche des Parasitismus nachgewiesen, der nur unter besonderen Bedingungen, z. B. niedriger Temperatur und hoher Feuchtigkeit bei Frühpflanzung akut wird. Wahrscheinlich geschieht das auch bei zu üppig ernährten Pflanzen (18).

Sehr eingehende Analyse erfuhr die fusariöse Gurkenwelke vornehmlich durch Kosswig (55, 83). Sie läßt sich ätiologisch in primär gefäßparasitär (*Fusarium oxysporum*) und primär rindenparasitär (*Fusarium solani*) bedingte Erkrankungen scheiden, die sich symptomatologisch als akute und chronische Welke, Fußkrankheit, Umfallkrankheit, Keimungsschwäche und Wachstumsstörung äußern. Die hier in Frage kommende Form von *F. solani* hat bemerkenswerte antibiotische Aktivität gegen andere Pilze gezeigt (106).

Hauptziel der chemischen Saatgutbehandlung bei Gemüse ist der Aufgangsschutz. Von den neueren organischen fungiziden Wirkstoffen haben sich dabei Captan, COBH und Thiuram besonders bewährt. Sie scheinen auch, wenn sich die bisherigen Ergebnisse bestätigen, auf dem Wege der Überschußbeizung anwendbar zu sein; dadurch wäre das bisher der Saatgutbeizung im Gemüsebau hauptsächlich entgegenstehende Hindernis, der Dosierungszwang, beseitigt. Mit den bisher meist angewandten Quecksilbermitteln wäre das nicht möglich gewesen (17, 22). Die Bekrustung von Gemüsesaatgut mit Chemikalien wurde mehrfach studiert. Captan erwies sich dabei als wirksam gegen *Tubercinia cepulae* bei Porree, während Bekrustung mit Thiuram von Porree im Gegensatz zu Zwiebel nicht vertragen wurde (22). Bei der Saatgutbekrustung mit Insektiziden ist man von der Bekämpfung von *Phorbia antiqua* bei Zwiebel ausgegangen und hat dabei zunächst DDT (49, 50, 67), dann hauptsächlich Dieldrin (27, 69) mit gutem Erfolg verwendet. Der Versuch, mit dem Verfahren auch zur Bekämpfung von *Psila rosae* bei Möhren (28, 29) und *Phorbia brassicae* bei Kohl (29), Radies und Rettich (19, 38) überzugehen, hat bei den beiden letztgenannten Gewächsen zu vollen, bei den beiden ersten zu Teilerfolgen geführt; mit gelegentlichem Aufgangsrückgang wird man dabei zu rechnen haben (22).

Als neue Schädlinge von Gemüsepflanzen wurden beobachtet *Ditylenchus dipsaci* an Sellerie (37), *Phytobia crucifericola* Hendel (Dipt. Agromyzidae) an Ackerbohnen (14, 24) und *Elachiptera cornuta* Fall. (Dipt. Chloropidae), sekundär gefolgt von *Drosophila transversa* Fall. an Gurken (58). Verstärktes Auftreten gab Veranlassung zu eingehenden Untersuchungen über *Ceutorhynchus napi* Gyll., dessen Lebensweise, -bedingungen, Entwicklung (23, 26, 33, 48, 88) und Bekämpfung durch Insektizide (23, 33, 88, 105) weitgehend geklärt wurden, über *Phytobia cepae* Hendel (Dipt. Agromyzidae) (66) und veranlaßte einen Versuch zur Bekämpfung der Möhrenfliege *Psila rosae* an Sellerie, der durch Eintauchen der Wurzeln beim Pflanzen in eine schwache Aldrinlösung vollen Erfolg brachte (19). Das unerwartete Auftreten des Bohnenkäfers *Acanthoscelides obtectus* im Freiland machte Untersuchung seiner Lebensbedingungen und seines Wirkungskreises nötig (40, 56, 68, 109).

Die von mehreren Seiten durchgeführten Versuche zur Bekämpfung der verschiedenen Gemüsefliegen sind soweit gediehen, daß hier im allgemeinen (Ausnahme: Spargelfliege *Platyparea poeciloptera*) das Problem als gelöst betrachtet werden kann (20, 30). Neben den Verfahren des Spritzens, Stäubens, Vor-, Bei- und Aufdrillens, der Saatbett-, Pflanze-, Pflanzloch- und Wurzelbehandlung mit Insektiziden ist von deutscher Seite besonders an der Technik der Saatgutbekräftigung gearbeitet worden (s. o.). Von besonderem Interesse ist, daß sie nicht nur gegen unterirdisch angreifende Schädlinge sondern z. B. auch gegen die oberirdisch fressenden Kohlerdflöhe schützen kann (47). Die hier auftauchende Frage der systemischen Insektizidwirkung tritt auch bei dem Befund auf, daß der Fraß von *Plutella maculipennis* an Kohlblättern durch Wurzelbehandlung vermindert werden kann (31).

Ausführliche Untersuchungen wurden der Biologie und Bekämpfung von *Ceutorhynchus pleurostigma* (70, 86, 87, 90), *Contarinia nasturtii* (46, 59) und der Ackerbohnenlaus *Doralis fabae* (60–65) gewidmet, bei letzterer besonders vom Gesichtspunkt der Resistenzzüchtung, indem das verschiedene Verhalten der Läuse anfälligen und resistenten Sorten gegenüber neben der Analyse des Flugverhaltens im Vordergrund stand. Von diesem Gesichtspunkt ist auch die Feststellung von Interesse, daß es Erbsenrassen gibt, die durch gleichzeitiges (*fasciata*-Typ), frühes Abblühen dem Befall des Erbsenwicklers *Grapholita nigricana* entgehen (85).

Umfassende Untersuchungen zur Pathologie der Kohlweißlinge *Pieris brassicae* und *P. rapae* (Mikrosporidien, Parasitismus bzw. Hyperparasitismus durch Hymenopteren) wurden von Blunck (3–9) durchgeführt.

Das schwierige Problem der chemischen Unkrautbekämpfung im Gemüsebau trat durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften immer mehr in den Vordergrund. Da Verwendung von Wuchsstoffherbiziden nicht oder allenfalls nur bei Spargel möglich ist, wurde versucht, sie auch bei Erbsen, Möhren und Zwiebeln im Voraussaatverfahren dadurch zu ermöglichen, daß den Samen durch Bepuderung mit Aktivkohle ein Absorptionsschutz verliehen wurde; das Verfahren erscheint ausbaufähig (71). Mehr eingeführt hat sich aber bei Möhren und Zwiebeln das Voraufgangverfahren mit Isopropyl-N-3-Chlorphenylcarbammat (CIPC) (72). Die Bedingungen seiner gefährlosen Anwendung wurden analysiert: genügende Adsorptionsfähigkeit des Bodens, genaues Innehalten der Anwendungsstärke und der richtige Zeitpunkt der Anwendung ergaben sich dabei als Hauptfaktoren; auch nach dem Aufgang ist es zur richtigen Zeit noch anwendbar (73). Daneben behalten die früher ermittelten Methoden der Kalkstickstoffanwendung, bei Erbsen der von Dinitrobutylphenol (DNBP) und bei Möhren der von Mineralöl bestimmter Fraktion nach dem Auflaufen ihre Bedeutung (72, 75).

Summary

More recent results of studies on diseases and pests of vegetable crops performed in Germany.

In the last years results were obtained in Germany of studies performed especially on molybdenum deficiency in cauliflower, virus diseases of spinach, peas and beans, cucumber, tomato and lettuce, halo blight of beans, *Alternaria* disease of cabbage, anthracnose of peas and beans, Phoma root rot of celery, cucumber wilt, chemical seed treatment of vegetable crops, the biology and control of *Ceutorhynchus napi* and *C. pleurostigma*, *Acanthoscelides obtectus*, some vegetable root flies, *Contarinia nasturtii*, *Doralis fabae*, the pathology of *Pieris brassicae* and *P. rapae*, and on chemical weed control.

Literatur

1. Baumann, G.: Kühn-Archiv **67**, 305–383, 1953.
2. Behr, L.: Arch. ges. Virusforschg. **6**, 1–28, 1955.
3. Blunck, H.: Z. Pflanzenkr. **58**, 25–54, 1951.
4. — — Z. angew. Entom. **32**, 335–405, 1951.

5. Blunck, H.: Z. angew. Entom. **33**, 217–267, 1951.
6. — — Beitr. Entom. **2**, 94–109, 1952.
7. — — Z. angew. Entom. **33**, 421–459, 1952.
8. — — Trans. 9. Intern. Congr. Entom. **1**, 432–438, 1952.
9. — — Beitr. Entom. **4**, 485–527, 1954.
10. Brandenburg, E. und Buhl, C.: Z. Pflanzenkr. **62**, 514–528, 1955.
11. Brandes, J. und Quantz, L.: Naturwiss. **42**, 588, 1955.
12. Bremer, H.: Gesunde Pflanzen **6**, 109–122, 1954.
13. — — Z. Pflanzenkrankh. **61**, 402–404, 1954.
14. — — Nachrichtenbl. D. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 4, 1955.
15. — — Nachrichtenbl. D. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 129–131, 1955.
16. — — Nachrichtenbl. D. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **7**, 140–141, 1955.
17. — — Gartenwelt **56**, 100–101, 1956.
18. — — Rhein. Monatsschr. Gemüse-Obst-Gartenbau, **44**, 135–137, 1956.
19. — — Rhein. Monatsschr. Gemüse-Obst-Gartenbau, **45**, 90–92, 1957.
20. — — Z. Pflanzenkrankh. **63**, 259–266, 1956.
21. — — im Druck.
22. — — unveröffentlicht.
23. Buhl, C.: Z. Pflanzenkr. **59**, 326–334, 1952.
24. Buhr, H.: Beitr. Entom. **3**, 258–278, 1953.
25. Domsch, K. H.: Z. Pflanzenkr. **64**, 65–79, 1957.
26. Dosse, G.: Z. angew. Entom. **32**, 489–566, 1951.
27. Ehlers, M.: Anz. Schäd.l.kde. **28**, 57–60, 1955.
28. — — Z. Pflanzenkr. **62**, 617–619, 1955.
29. — — Mitt. Biol. Bundesanst. **85**, 151–154, 1956.
30. Endrigkeit, A.: Z. Pflanzenkr. **60**, 593–599, 1953.
31. — — Z. Pflanzenkr. **63**, 583–586, 1956.
32. Frandsen, N. O.: Z. Pflanzenzüchtg. **31**, 381–420, 1952.
33. Fritzsche, R.: Nachr.bl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **10**, 97–105, 1956.
34. Frohberger, P. E.: Phytopath. Z. **27**, 427–455, 1956.
35. Gerstner, W.: Wiss. Z. Univ. Halle **2**, 83–126, 1952/53.
36. Götte, W.: im Druck.
37. Goffart, H.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunschweig) **5**, 150–151, 1953.
38. Grossmann: Rhein. Monatsschr. Gemüse-Obst-Gartenbau **44**, 37, 1956.
39. Grümmer, G. und Mach, F.: Centralbl. Bakt. II **108**, 449–464, 1955.
40. Hase, A.: Meded. Landbouwhogeschool Gent **19**, 457–463, 1954.
41. Herold, F.: Phytopath. Z. **19**, 79–125, 1952.
42. — — Phytopath. Z. **24**, 43–54, 1955.
43. — — Saatgut-Wirtschaft 307–309, 1956.
44. — — unveröffentlicht.
45. — — und Götte, W.: unveröffentlicht.
46. Hornig, H.: Z. angew. Entom. **35**, 271–318, 1953.
47. — — Gesunde Pflanzen **8**, 187–190, 1956.
48. Jancke, G. D.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunsch.) **5**, 181–183, 1953.
49. Kaiser, W.: Z. Pflanzenkrankh. **60**, 78–83, 1955.
50. Kirchner, H. A.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **7**, 234–235, 1953.
51. Klinkowski, M.: Mitt. Biol. Zentralanst. **74**, 19–22, 1952.
52. — — und Behr, L.: Phytopath. Z. **20**, 405–420, 1953.
53. — — Köhler, H. und Schrödter, H.: Phytopath. Z. **23**, 345–380, 1955.
54. — — und Uschdraweit, H. A.: Phytopath. Z. **19**, 269–283, 1952.
55. Kosswig, W.: Parey, Hamburg-Berlin, 148 S., 1955.
56. Lowig, E.: Saatgut-Wirtschaft 134–137, 166–186, 1955.
57. Martini, C.: Z. Pflanzenkr. **63**, 577–583, 1956.
58. Mayer, K.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunsch.) **7**, 149–150, 1955.
59. Meyer, E.: Z. Pflanzenkr. **61**, 561–574, 1954.
60. Müller, H. J.: Züchter **21**, 161–179, 1951.
61. — — Züchter **23**, 176–189, 1953.
62. — — Beitr. Entom. **3**, 229–256, 1953.
63. — — und Unger, K.: Züchter **21**, 1–30, 1951.
64. — — und Unger, K.: Züchter **21**, 76–89, 1951.
65. — — und Unger, K.: Züchter **22**, 206–228, 1952.
66. Nietzke, G.: Z. angew. Entom. **35**, 249–270, 1953.
67. Nolte, H.-W.: Nachr.bl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **9**, 55–58, 1955.
68. — — D. Entom. Z., N. F., **2**, 296–300, 1955.

69. Nolte, H.-W.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **10**, 25–32, 1956.
 70. — — und Fritzsche, R.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **8**, 61–69, 1954.
 71. Orth, H.: Z. Pflanzenkr. **61**, 385–396, 1954.
 72. — — Mitt. Biol. Bundesanst. **85**, 194–197, 1956.
 73. — — Mitt. Biol. Bundesanst. im Druck.
 - *74. Partsch, G.: Diss. Gießen 1955; Kurz u. bündig **9**, 42, 1956.
 75. Baron de Payrebrune St. Sève, G.: Z. Acker- u. Pflanzenbau **99**, 335–360, 1955.
 76. Quantz, L.: Phytopath. Z. **17**, 472–477, 1951.
 77. — — Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunschweig) **5**, 129–132, 1953.
 78. — — Phytopath. Z. **20**, 421–448, 1953.
 79. — — Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunschweig) **6**, 177–182, 1954.
 80. — — Phytopath. Z. **23**, 209–220, 1955.
 81. — — Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunschweig) **8**, 7–8, 1956.
 82. — — Phytopath. Z. **28**, 83–103, 1956.
 83. Rademacher, B.: Süddeutsch. Erwerbsgärtner **4**, 34–35, 44–45, 1950.
 84. — — Württemb. Wochenbl. Landw. **120**, 1005–1006, 1953.
 85. Scheibe, A.: Phytopath. Z. **21**, 433–448, 1954.
 86. Scheiding, U.: Kühn-Archiv **68**, 334–357, 1954.
 87. — — Z. angew. Entom. **39**, 186–228, 1956.
 88. Schmutterer, H.: Z. angew. Entom. **39**, 302–315, 1956.
 89. Schrödter, H.: Angew. Meteorologie **1**, 79–85, 1951.
 90. — — und Scheiding, U.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **7**, 143–148, 1953.
 91. Sörgel, G.: Züchter **22**, 4–26, 1952.
 92. — — Arch. Mikrobiol. **19**, 372–397, 1953.
 93. — — Phytopath. Z. **28**, 187–204, 1956.
 94. — — S.-B. D. Akad. Ldw. Wiss. Berlin **5**, H. 16, 20 S., 1956.
 95. — — und Unger, K.: Züchter **24**, 56–68, 1954.
 96. Stapp, C.: Beitr. Biol. Pflz. **31**, 515–524, 1955.
 97. Stoll, K.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Berlin) **6**, 81–90, 1952.
 98. Ullrich, J.: Nachrbl. D. Pflzschutzd. (Braunschweig) **7**, 164–165, 1955.
 99. — — Züchter **26**, 25–27, 1956.
 100. Uschdraweit, H. A.: Phytopath. Z. **18**, 231–245, 1951.
 101. — — Angew. Botanik **26**, 118–129, 1952.
 102. — — Angew. Botanik **29**, 33–37, 1955.
 103. — — Nachrbl. D. Pflanzschd. (Braunschweig) **7**, 150–151, 1955.
 104. — — und Valentin, H.: Angew. Botanik **30**, 73–79, 1956.
 105. Wagner: Pflanzenschutz **7**, 49–50, 1955.
 106. Wagner, F.: Z. Pflanzenbau **6**, 167–173, 1955.
 107. Waitz, L., Gassner, G. und Schwartz, W.: Centralbl. Bakt. II, **109**, 140–156, 1956.
 108. — — und Schwartz, W.: Phytopath. Z. **26**, 297–312, 1956.
 109. Zacher, F.: Mitt. D. Entom. Ges. **14**, H. 2, 3–4, 1955.
- Abgeschlossen am 18. 5. 1957.

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Braun, H. & Riehm, E.: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. — Verlag Paul Parey, Berlin, 8. Aufl., 376 S., 346 Abb., 1957. Ganzl. DM 29.80.

Etwa ebenso schnell ist die 8. auf die 7. wie diese auf die 6. Auflage gefolgt. Das ist erfreulich, denn man darf daraus wohl schließen, daß das Buch, das schon lange zum selbstverständlichen Rüstzeug aller hauptamtlich im Pflanzenschutz tätigen Kräfte gehört, allmählich auch mehr in die Kreise der Techniker, der Vertrauensleute und der fortschrittlichen Praktiker Eingang findet. Letzteres ist allerdings auch unbedingt nötig, denn zum mindesten bei unseren Landwirten ist es um das Wissen um Pflanzenkrankheiten und die Möglichkeiten zu deren Bekämpfung immer noch beunruhigend schlecht bestellt, weit schlechter als in einigen unserer kleinen Nachbarstaaten, z. B. in Dänemark und Holland. Der „Braun-

Riehm“ ist aber heute das deutsche Lehrbuch für Pflanzenschutz, nicht nur für die studierende Jugend, die jungen Pflanzenärzte und sonstige Berater der Praxis, sondern auch für letztere selbst. Der Landwirt muß lernen, so schwer es ihm auch fallen mag, außer in Flugblättern und Wochenschriften sich an Hand eines guten, einen Gesamtüberblick gebenden Buches zu orientieren. Der Beratungsdienst der Pflanzenschutzämter ist überfordert, wenn er jedem Praktiker in jedem Einzelfall mit Auskunft dienen soll. Das Buch von Braun und Riehm ist aber so allgemeinverständlich geschrieben, daß jeder Denkfähige in ihm Hilfe finden kann. An sich ist über die Neuauflage nicht viel zu sagen. Sie ist gegen die vorige wenig verändert, wenn man von dem Hinzukommen zahlreicher neuer und guter Abbildungen absieht. Es spiegelt sich darin wohl vor allem die auf dem Gebiet der Insektizide allmählich eintretende Beruhigung. Die nach Aufkommen der synthetischen Mittel begonnene Revolution wird mehr und mehr zu einer normalen Evolution, und bei den Fungiziden ist der Übergang zu organischen Präparaten zwar im guten Anlaufen, zu überstürzten Entwicklungen scheint es aber nicht zu kommen. Keinesfalls handelt es sich jedoch bei der 8. Auflage um einen im wesentlichen unveränderten Abdruck der 7. Der kritische Leser wird überall die bessernde Hand der Verff. spüren, und manche Gegenstände wie die Obstvirosen, Kragenfäule des Apfels (*Phytophthora cactorum*), die Stachelbeerblattwespe (*Pteronidea ribesii*), die Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata*), der Dickmaulrüssler (*Otiorrhynchus sulcatus*) und die Gartenhaarmücken (*Bibio hortulanus* und *B. marci*) sind neu hinzugekommen. Andere Kapitel, wie die allgemeine Einführung in das Wesen der Viruserkrankheiten, sind stark überarbeitet. Schon jetzt läßt sich sagen, daß das in bezug auf letztere angesichts des rapiden Fortschreitens unserer Kenntnisse auch bei der nächsten Auflage wieder nötig sein wird. Erneut muß der Ref. aber bedauern, daß die Verff. sich immer noch nicht entschließen konnten, der Behandlung der Erträge des Ackerbaus weiterhin schwer schmälern den wichtigsten Unkräuter in ihrem Buch Raum zu geben. Es heißt, den Begriff Krankheit zu eng auslegen, wenn man die Unkräuter dabei ausschließt. - Die Ausstattung des Werks ist nach wie vor vorbildlich gut, sein Preis daran gemessen nicht zu hoch.

Blunck (Bonn).

Thienemann, A. F.: Leben und Umwelt. Vom Gesamthaushalt der Natur. — Rowohlt's deutsche Enzyklopädie. Hamburg 1956. 253 S. Preis DM 1.90.

Die Erkenntnisse der allgemeinen Ökologie sind als Grundlage vieler angewandten Wissenschaften und in kultureller Hinsicht besonders geeignet, jeden Menschen, der über gewisse naturwissenschaftliche Kenntnisse verfügt, und vielleicht jedem denkenden Menschen nahegebracht zu werden. Einer verworrenen Menschenwelt stellt die allgemeine Ökologie von dieser universellen Art ein in sich abgestimmtes, in aller Veränderung des Einzelnen als Ganzes beharrendes, einheitliches Bild der Natur gegenüber, in dem das Menschentum wurzelt und an dem es sich orientieren, in dem es einen Halt in der Welt des Lebens finden kann. Das wird auch in diesem Rowohlt-Band von Thienemann wiederholt stärkstens betont. Er bringt darin in einer gedrängten Form von seiner Lebensarbeit die allgemeinsten, wichtigsten Prinzipien, und zwar mit vielen anschaulichen Beispielen. Jeder Pflanzenpathologe hat allen Grund, diese Schrift als ein Vademecum zu benutzen und ihre Grundsätze seiner Arbeit zugrunde zu legen, da die meisten Prinzipien der allgemeinen Ökologie nicht nur wichtigste Grundlage des Pflanzenschutzes sind, sondern, soweit sie terrestrischer Art sind, in engster Verbindung mit der angewandten Entomologie sich entwickelt haben und weiter entwickeln. Der äußerst niedrige Preis setzt weite Verbreitung des Buches voraus und begünstigt sie

Friederichs (Göttingen).

Steinhaus, E. A.: Microbial control — the emergence of an idea —. A brief history of insect pathology through the nineteenth century. — Hilgardia **26**, 107–160, 1956.

Wenn der Begründer der modernen Insektenpathologie mit umfassender Sachkenntnis und persönlicher Passion einen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Wissenschaft von den Krankheiten der Insekten und ihrer praktischen Nutzung vorlegt, so bedeutet das mehr als eine bloße Aneinanderreihung historischer Ereignisse, auch wenn diese mit unerreichter Vollständigkeit zusammengetragen werden. Darüber hinaus entwirft Steinhaus ein Bild der geistesgeschichtlichen Entwicklung, die von den ersten Berichten über Insektenkrankheiten bei Aristoteles über die Erforscher der Seidenraupen-Seuchen wie Bassi und Pasteur zu den Männern wie Le Conte, Hagen und schließlich

Metchnikoff führt, die aus der Idee einer Verwendung von pathogenen Mikroorganismen bis zur ersten gründlichen Erprobung vorstießen. Die gegenseitige Abhängigkeit theoretischer und empirischer Forschung wird dabei ebenso klar wie die gegenseitige Anregung derer, die sich dem Studium der Insektenkrankheiten verschrieben. Eine Zeittafel der wichtigsten Punkte historischer Entwicklung dieser Wissenschaft und eine einmalig vollständige Schrifttumsübersicht beschließen diesen lesenswerten Aufsatz.

Franz (Darmstadt).

Pfeifer, S.: Taschenbuch für Vogelschutz. 196 S., zahlr. Abb. Frankfurt 1957.

Das Büchlein wendet sich an Vertrauensleute für Vogelschutz, an die Jägerschaft, an Biologielehrer, Pflanzenärzte und Polizeibeamte und eigentlich an jeden, den die Vogelwelt unserer Heimat am Herzen liegt. Die 15 Mitarbeiter des Buches geben in vielen, kurzgefaßten Kapiteln eine sehr gute Übersicht über alle praktischen Fragen, vor denen man immer wieder steht. Teil 1 behandelt allgemeine Fragen des Vogel- und Naturschutzes und die Bedeutung der Vögel im Haushalt der Natur. Im zweiten Teil werden die Vogelschutzhilfsmittel ausführlich besprochen, also die verschiedenen Nistkästentypen — wobei ja heute die Holzbetonkästen an erster Stelle zu nennen sind — die Nisttaschen, Kunsthorste, Tränken und Winterfütterungen und schließlich Maßnahmen zur Abwehr von Vogelschäden. Teil 3 gibt über die Organisationen und ihre gesetzliche Verankerung Auskunft. Im vierten Teil werden die rechtlichen Bestimmungen des Vogelschutzes, des Fangs und der Jagd angegeben, und Teil 5 befaßt sich mit einigen Sonderfragen, dem Greifvogelschutz, dem Einfluß der Pflanzenschutzmittel auf die Vogelwelt, der Bedeutung von Feldhecken und Waldmänteln und schließlich — wer wäre dafür nicht auch interessiert — mit dem Schutz der Fledermäuse und der roten Waldameise. — Durch die praktische Hilfe, die nun das kleine Nachschlagewerk vielfältig zu leisten vermag, wird es einen wichtigen und guten Dienst für die Sache des Vogelschutzes tun.

Moericke (Bonn).

Eieholtz, F.: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956, 178 S., 5 Abb. Brosch. DM 19.80.

Von unmittelbarem Interesse für den Phytopathologen ist ein wenige Seiten umfassender Absatz über die Verunreinigungen von Lebensmitteln mit Insektizidresten, von denen das DDT, die Hexa-Präparate und die Alkyl-Phosphate ausführlich besprochen werden. Die Darstellung zeigt, wie wenig wir trotz umfassender Untersuchungen über die tatsächliche Größe dieser Verunreinigungen wissen. Wertvoll gerade im Hinblick auf die toxikologische Beurteilung von Insektiziden ist die auf Seite 29–83 abgedruckte Übersetzung einer amerikanischen Artikelreihe A. J. Lehmann u. Mitarb.: Procedures for the Appraisal of the Toxicity of Chemicals in Foods, Drugs and Cosmetics. Food Drug, Cosmetic Law Journal, 10, 679 (1955). Bezüglich der Einzelheiten der lesenswerten Schrift muß auf das Original verwiesen werden.

Meyer (Hannover).

III. Viruskrankheiten

Weidel, W.: Virus. — Verständliche Wissenschaft, Bd. 60. — Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 186 S. 1957. — Preis Ganzleinen DM 7.80.

Selten, sehr selten bekommt man ein Buch in die Hand, in dem eine dem Verständnis des Laien fast unüberwindliche Schwierigkeiten machende Materie wie das Wesen und das Verhalten der Viruselemente so anschaulich dargestellt ist, wie in diesem Büchlein. Der zu unseren erfolgreichsten Forschern in der Virologie gehörende Verfasser ist begnadet begabt, schwierigste, dem Erfassungsvermögen des Nichtfachmanns fremde, ja, fast unzugängliche Verhältnisse im physikalisch-chemischen Kleingeschehen in so farbiger, plastischer Art und durch geschickt gewählte Gleichnisse so plausibel zu machen, daß jeder Leser nicht nur leicht folgen kann, sondern gleichzeitig aufs stärkste gefesselt ist. Für den Biologen gibt es so wie so heute kaum einen Gegenstand, der ihn mehr erregt als die im letzten Jahrzehnt erzielten Fortschritte im Wissen von der Natur sowie der Vermehrungsweise der Virusteilchen und dem Verhältnis zu ihren Wirten. Der Traum, daß wir in ihnen Urformen des Lebens vor uns haben, ist ausgeträumt. An Bedeutung für unser Verständnis vom Wesen des Lebens oder, sagen wir es lieber vorsichtiger, vom Geschehen bei den einfachsten Lebensprozessen und vor allem von der Rolle, die die Desoxynukleinsäure als Vererbungsträger in den Genen spielt, haben die Viren

aber gerade in den allerletzten Jahren nur noch gewonnen. In den diesen Prozessen gewidmeten Kapiteln führt uns der Verfasser so geschickt durch die verschlungenen Pfade der Gedankenarbeit der Forscher und der Mikrotechnik, daß wir uns der Schwierigkeit der Materie kaum bewußt werden. Unbeschönigt wird aber auch bekannt, was noch der Entschlüsselung harret, wie z. B. die Einknüpfung der Proteinteilen in den Reproduktionsprozeß der Viren und einiges mehr. Fast schämt sich der Referent, wenn er angesichts einer so beglückenden Bereicherung der Sammlung „Verständliche Wissenschaft“, die uns schon so manche kleine Kostbarkeit geschenkt hat, es wagt, zum Schluß noch zwei kleine Wünsche anzubringen. Aber er würde die Kapitel-Überschrift „Das Liebesleben der Viren“ doch lieber nur in Anführungsstrichen sehen, denn von „Liebe“ wollen wir doch besser nur bei belebten Wesen sprechen. Und die Leistungen der Phytopathologie in der Bekämpfung der Pflanzenviren durch Ausschaltung der Vektoren dürften besser in der nächsten Auflage dieses Büchleins gerechterweise etwas mehr und ausführlicher gewürdigt werden als hier. Sie können getrost schon bald den Erfolgen der Gelbfiebertbekämpfung durch Ausschaltung der Stechmücken als vergleichbar nahegestellt werden (s. Blunck, Wesen und Wirken der Viruskrankheiten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1955).

Blunck (Bonn).

Meier, A.: Die infektiösen Abbauerscheinungen der Rebe. — Der Landwirt, Bozen, 7, 157–160, 8, 201–202, 1957.

Verf. berichtet zusammenfassend über die Ergebnisse der Arbeiten italienischer Forscher, die sich mit der Reisigkrankheit der Rebe, dem „arricciamiento della vite“ befassen. Die Autoren vermuten dabei, daß als Krankheitserreger eine oder mehrere Virusarten in Frage kommen, die bis heute aber noch nicht isoliert werden konnten. Als charakteristische Krankheitsmerkmale werden Blattanomalien und unregelmäßiger Triebaufbau genannt, wie z. B. deformierte Blattspreiten, Schlitzblättrigkeit, Mosaikpanaschüren, Vergilbung, Besenwuchs, geringer Traubenansatz, der leicht durchrieselt, Verbänderung der Nervatur, Doppelaugen und Kurzglieder, Vergabelung der Triebe. Als anatomische Merkmale werden Gewebenekrosen und intrazelluläre Stäbchen im Holz kranker Reben angegeben. Schwere Böden schaffen nach Ansicht der Verf. eine besondere Disposition für die Krankheit, die durch Pfropfung und Wurzelkontakt übertragbar ist. Als besonders anfällig gilt die Unterlagsorte „Rupestris du Lot“. Um vorzubeugen, daß sich die Krankheit weiterverbreitet, werden phytosanitäre Maßnahmen vorgeschlagen: kranke Stöcke sollen vernichtet und nicht weiter vermehrt werden, Schnittgärten müssen während der Vegetationszeit auf verdächtige Krankheitsmerkmale hin beobachtet und bezeichnet werden, und Edelreiser sind nur von völlig gesunden, markierten Stöcken zu entnehmen. Nach dem Roden kranker Weinbergspartellen empfiehlt sich eine 6jährige Brache.

Ochs (Bernkastel).

Scaramuzzi, G.: Polimorfismo sintomatologico del complesso viroso del mandorlo conosciuto come mosaico in Puglia. Parte I e II (Symptomatological polymorphism of the virosic complex of almond trees known as mosaic in Apulia. Part I and II). — Ann. Sperimentazione Agraria N.S. 10, 1707–1743 und 1789–1808, 1956 (italienisch mit englischer Zusammenfassung).

Die große Vielfalt der Blattsymptome des Mandelmosaiks wird eingehend beschrieben und durch zahlreiche Abbildungen belegt. Die Virose, die in Apulien sehr häufig auftritt, mindert bei starkem Befall die Erträge der Mandelbäume. Aprikosen, Pfirsiche und Pflaumen, die durch Pfropfung infiziert wurden, zeigten auf den Blättern meist deutliche Zickzack-Linien und Ringe. Es muß daher noch offen bleiben, ob die Mannigfaltigkeit der Symptome, die im Freiland beobachtet wurde, durch Sorteneigentümlichkeiten und Witterungseinflüsse bedingt ist oder durch einen Komplex mehrerer Viren hervorgerufen wird. Es sei in diesem Zusammenhang an die sehr variable Symptomausprägung des Pflaumenmosaiks erinnert.

Kunze (Berlin-Dahlem).

Brandenburg, E.: Was lehrt uns die amerikanische Forschung auf dem Gebiete der Obstvirosen? — Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzbd. (Braunschweig) 9, 10–12, 1957.

Während einer Studienreise durch die USA und Kanda hatte der Verf. Gelegenheit, eine größere Zahl von Instituten kennen zu lernen, die sich mit der Erforschung der Obstvirosen beschäftigen. Die Viruskrankheiten des Stein- und Beerenobstes spielen im amerikanischen Obstbau eine wichtige Rolle, da viele dieser oft weit verbreiteten Krankheiten völligen Ertragsverlust oder zumindest erheblichen

Ertragsrückgang bewirken können. Obwohl einige der Krankheiten durch Insekten übertragen werden, scheint die vegetative Vermehrung der Obstarten die größte Bedeutung für die Verbreitung der Obstvirosen zu haben. Deshalb laufen neben Untersuchungen über Symptomatologie, Diagnose, wirtschaftliche Bedeutung, Überträger und Epidemiologie der Obstvirosen bereits seit 1942 Arbeiten, die sich mit der Auswahl virusfreier Mutterpflanzen befassen; da oft latente Viren den Ertrag ungünstig beeinflussen, wird durch Pfropfung auf bestimmte Testpflanzen auch geprüft, ob die Mutterpflanzen frei von latentem Virusbefall sind. Die Arbeit, die zahlreiche amerikanische Virusforscher auf dem Gebiet der Obstvirosen in den letzten 20 Jahren geleistet haben, kann heute als vorbildlich gelten. — Da Viruskrankheiten des Stein-, Kern- und Beerenobstes auch in Deutschland weit verbreitet sind, erscheint eine intensive Erforschung dieser Krankheiten dringend notwendig; daneben muß ein Anerkennungsverfahren geschaffen werden, das die Auswahl virusfreier Mutterpflanzen und eine wirksame Viruskontrolle in den Baumschulen gewährleistet. Obwohl die deutschen Phytopathologen sich hierbei die Erfahrungen des Auslandes zu Nutze machen können, wird wegen der Langwierigkeit der Untersuchungen und der unterschiedlichen Reaktion der verschiedenen Obstsorten der Einsatz einer größeren Zahl von Fachleuten erforderlich sein, wenn man schon im Laufe der nächsten Jahre mit praktischen Erfolgen rechnen will.

Kunze (Berlin-Dahlem).

Schuster, G.: Erörterungen über den mit der sog. Fehltingschen Reaktion erreichten Stand der Virusdiagnostik an Kartoffelknollen. — Kongreßbericht des Pflanzenschutzkongresses Berlin vom 11. bis 16. Juli 1955, 97–104, 1955.

Die Überprüfung der Feldanerkennungen mit dem tatsächlichen Gesundheitszustand des Nachbaus im folgenden Jahr ergab recht erhebliche, über den zulässigen Bereich hinausgehende Abweichungen. Die Bonitierung auf den Gesundheitszustand mit Hilfe der Fehltingschen Reaktion (Knollenstanzstück in Natronlauge-Kupfersulfat-Glycerin-Lösung) entsprach wesentlich besser dem Infektionsgrad des Nachbaus als die Feldbonitierung bei der Anerkennung. Gelegentlich treten auf physiologische Maskierung zurückgehende Abweichungen auf. In den meisten Fällen übertreffen die Leistungen der Fehltingschen Reaktion die Feldbeurteilung (Anerkennungsbesichtigungen); hinzu kommt, daß die Fehltingsche Reaktion erst kurz vor dem Auspflanzen eingesetzt werden kann. Die Beziehungen zwischen dem Verlauf der Fehltingschen Reaktion und dem Gesundheitszustand des Nachbaus verschiedener Anbauproben sind mindestens so eng wie die Beziehungen zwischen dem Gesundheitszustand, den Proben gleicher Herkunft an verschiedenen Nachbauorten zeigen. Der Gesundheitszustand gleicher Herkünfte kann in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen beim Nachbau erhebliche Differenzen aufweisen. Um dem Gesundheitszustand der Knolle bei der Virusdiagnose möglichst nahe zu kommen, wurden mehrere Nachweisverfahren gleichzeitig an einer Knolle angewendet und die Ergebnisse zu einer Wertzahl vereinigt. Es steht zu hoffen, daß mit der Kombination wesentlich genauere Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Probe möglich sind als mit der Auswertung einer Einzelreaktion. Besonderes Augenmerk wurde auf Schnellreaktionsverfahren gerichtet (Entwicklung papierchromatographischer Verfahren, Farbunterschiede im Leitbündelbereich von Dunkelkeimen nach Anfärbung mit bestimmten Farbstoffen).

Heinze (Berlin-Dahlem).

Roland, G.: Sur l'identification du virus A. — *Parasitica* 12, 125–128, 1956.

Zum Nachweis des Vorliegens einer Infektion mit dem A-Virus der Kartoffel wird Verreibung des Preßsaftes auf abgetrennte Blätter von *Solanum demissum* EBS 99 (Herkunft: Dr. Roß, Max-Planck-Institut, Vogelsang bei Köln) empfohlen, die bis zum Auftreten der Symptome in einer feuchten Petrischale zu halten sind. Ferner ist der serologische Test anzuwenden (über Tabak, der mit dem Preßsaft der virusverdächtigen Pflanze infiziert wurde) und in gewissen Fällen auch Verreibung des Preßsaftes verdächtigter Pflanzen auf *Nicandra physaloides*, die mit Adernaufhellung reagiert.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Richardson, D. E. & Tinsley, T. W.: Lucerne mosaic virus in potato — a new record for the British isles. — *Plant Pathology* 5, 133–134, 1956.

Die latente Infektion der Kartoffel mit dem Luzernemosaik-Virus wurde bei Testabreibungen auf *Nicotiana tabacum* und *Datura stramonium* entdeckt. Der als N.J.A.B. bezeichnete Stamm hat einen thermalen Tötungspunkt, der zwischen 55 und 60° C liegt, und einen Verdünnungsendpunkt zwischen 1:2000 und 1:4000. Im Saft hält er sich weniger als 10 Tage. Das Virus wird durch *Myzodes persicae*

(Sulz.) kurzfristig nach Hungerzeiten übertragen. Die Identität mit dem Luzerne-mosaik wurde auch serologisch gesichert. In den Knollen hält sich das Virus sehr schlecht. Gewöhnlich ist nur ein Teil der Knollen erkrankter Pflanzen infiziert.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Harrison, B. D.: A strain of tobacco mosaic virus infecting *Plantago* spp. in Scotland. — *Plant Pathology* 5, 147–148, 1956.

An 2 Orten in Schottland wurde an *Plantago* ein Stamm des Tabakmosaik-Virus gefunden, der dem „ribgrass strain“ von Holmes gleicht. Etwa aus einem Viertel der Pflanzen des einen Fundortes konnte das Virus aus den Wurzeln isoliert werden. Obwohl sich offenbar das Virus schnell ausbreitet, hat sich die Übertragungsweise nicht ermitteln lassen. Versuche mit *Myzodes persicae* (Sulz.) schlugen fehl.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Beemster, A. B. R.: Onderzoekingen over een virusziekte bij stoppelknollen (*Brassica rapa* var. *rapifera*). — *Tijdschr. Plantenziekten* 63, 1–12, 1957.

Ein in Stoppelrüben (*Brassica rapa* var. *rapifera*) 1949 sehr stark aufgetretenes Virus befällt von den untersuchten Cruciferen *Brassica rapa* var. *rapifera*, *Br.* var. *oleifera*, *B. napus* var. *napobrassica*, *B. napus* var. *biennis*, *B. pekinensis*, *B. oleracea* var. *capitata*, *B. oleracea* var. *gemnifera*, *B. oleracea* var. *gongyloides*, *B. oleracea* var. *acephala*, *B. oleracea* var. *botrytis*, *B. oleracea* var. *rabauda*, *Capsella bursa pastoris*, *Erysimum cheiranthoides*, *Nasturtium officinalis*, *Sinapis alba*, *Lunaria biennis* und *Matthiola annua*. Mit nekrotischen Flecken oder Mißbildungen und Mosaik reagieren außerdem *Nicotiana tabacum* (White Burley), *N. glutinosa*, *N. langsdorffii*, *N. rustica*, *N. silvestris*, *Petunia hybrida*, *Physalis floridana*, *Gomphrena globosa* und *Zinnia elegans*. Nicht befallen wird *Rhaphanus sativus*. Der thermale Tötungspunkt liegt für das Virus bei 56–58° C, der Verdünnungsendpunkt bei 1:1000, die Haltbarkeit im Saft bei 2–3 Tagen. Das Virus wird kurzfristig (non-persistent) durch *Brevicoryne brassicae* (L.) und *Myzodes persicae* (Sulz.) übertragen. Es gehört in die „turnip virus 1“-Gruppe. Ein mit Hilfe des Virus hergestelltes Antiserum reagiert nicht mit dem Kohlstippen-Virus („stip in cabbage“), das zur Gruppe des Blumenkohl-Virus gehört. Am ausgeprägtesten sind die Symptome im Temperaturbereich von 20–25° C. Bei 15° C treten keine Symptome auf, sie erscheinen aber innerhalb weniger Tage, wenn die Pflanzen in höhere Temperaturen gebracht werden. 1949 wurden im Herbst im Anbaubereich der Stoppelrüben ungewöhnlich hohe Temperaturen beobachtet. Dadurch kamen die Symptome im Freiland zum Durchbruch. In kühleren Jahren fällt die Krankheit nicht auf.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Valenta, V.: Hexenbesenkrankheit der Kartoffel in der Tschechoslowakei (Beitrag zur Frage des „Nord-Stolbur“). — (Tschech., deutsch. u. engl. Zusammenfassung.) — *Biologia (Bratislava)* 11, 449–456, 1956.

In der Slowakei wurden wiederholt Kartoffelpflanzen mit den Symptomen der Hexenbesenkrankheit (potato witches' broom) gefunden. Die erkrankten Pflanzen bildeten an den Haupttrieben zahlreiche dünne Nebensprosse, auch aus den Stolonen und neugebildeten Knollen sprossen zahlreiche dünne Triebe mit verkleinerten, aufwärts gerichteten, rollenden Blättern hervor. Charakteristisch ist ferner die Vergrünung der Blüten. Das Symptombild hat Ähnlichkeit mit dem der Zwergstrauchvirose der Kartoffel (d. Ref.). Verf. hält die Krankheit für identisch mit dem Nord-Stolbur, von der wieder festgestellt wurde, daß sie der Hexenbesenkrankheit entspricht. Da die geographische Verbreitung von Nord- und Süd-Stolbur sich vielerorts überschneidet, sollte statt des Namens „Nord-Stolbur“ lieber der Begriff „Hexenbesenkrankheit“ benutzt werden. Obwohl die Symptome des Nord-Stolbur (bzw. der Hexenbesenkrankheit) von denen des Süd-Stolbur an Tomaten kaum zu unterscheiden sind, sind die Abweichungen im Symptombild auf anderen Pflanzen (*Solanum tuberosum*, *S. melongena*, *Nicotiana glutinosa*, *N. tabacum*) derart stark, daß wohl gesonderte Viren, nicht Stämme eines Virus vorliegen dürften.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Yarwood, C. E.: Heat activation of some virus infections. — *Phytopathology* 47, 38, 1957.

Durch Hitzebehandlung der eingeriebenen Blätter (Bohnen), die 3–24 Stunden nach der Verreibung lag, konnte die Zahl der durch Tabak- oder Apfelmosaik hervorgerufenen Primärläsionen bis auf das zwanzigfache erhöht werden. Der beste Erfolg wurde bei Tabakmosaikverreibung durch Eintauchen der Pintobohnen-

blätter in Wasser von 50° C für 25 Sekunden, und zwar 6 Stunden nach der Inokulation erzielt. Bei Gurken, die über das Alter der größten Anfälligkeit hinaus waren, konnte durch eine zwanzigsekundige Einwirkung von 50° C bis 5 Tage nach der Verreibung des Luzernemosais oder der Bronzeffleckenkrankheit (spotted wilt) der Tomate, der Gelbknospigkeit des Pfirsichs oder des Apfelmosais die Zahl der systemisch erkrankenden Pflanzen erhöht werden. Die Hitzebehandlung von Bohnen nach der Preßsaftverreibung des Luzernemosais verzögerte zwar das Erscheinen der Primärläsionen, aber ihre Zahl und ihre Größe nahm zu. Eine Allgemeinerkrankung nach Tabakmosaikverreibung war bei Gurken nur zu erreichen, wenn sie einer Hitzebehandlung nach der Inokulation unterworfen wurden.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Schmelzer, K.: Beiträge zur Kenntnis der Übertragbarkeit von Viren durch *Cuscuta*-Arten. — Phytopath. Z. 28, 1–56, 1956.

Als Virus-Vektoren eignen sich, zum Teil aber nur unter bestimmten Voraussetzungen: *Cuscuta campestris*, *C. californica*, *C. subinclusa* (weiß- und rotblättrig), *C. gronovii*, *C. americana*, *C. europaea*, *C. epilinum*, *C. epithymum* und *C. lupuliformis*. Übertragungsversuche, die mit Gurkenmosaik-Virus, Luzernemosaik-Virus, Tabakmauche-Virus, Tabakätzmosaik-Virus, Tabakmosaik-Virus, Bronzefflecken-Virus der Tomate, Vergilbungsvirus der Rübe, Grünscheckungsmosaik-Virus der Gurke, gelbem Bohnenmosaik-Virus, Kartoffelbukett-Virus und Kartoffel-Y-Virus durchgeführt wurden, verliefen mit allen *Cuscuta*-Arten bei den 3 letztgenannten Viren negativ. Selten gelang eine Übertragung mit Kartoffel-X- und Rübenvergilbungsvirus. Dagegen konnten gute Vektoren für einen Grünstamm des Gurkenmosaik-Virus (7 Seidearten), für Luzernemosaik-Virus (5 Seidearten) und für Tabakmauche-Virus (4 Seidearten) gefunden werden. Tabakmosaik-Virus ließ sich unter anderem durch *Cuscuta campestris* im Sommer selten, in den Wintermonaten fast regelmäßig übertragen. Zu Stengelnekrose an Wirtspflanzen führten Übertragungen mit Gurkenmosaik-Virus, Luzernemosaik-Virus und Tabakmauche-Virus. Krankheitserscheinungen an *Cuscuta*-Arten rief Infektion mit Tabakmauche-Virus und Gurkenmosaik-Virus hervor. Mehrere Seiden sind Wirte des Tabakmauche-, Gurkenmosaik- und Bronzefflecken-Virus. Valentin (Berlin-Dahlem).

McKinney, H. H.: Interference and synergy, — their possible use in identifying certain mosaic viruses of cereals and indicating degree of relationship. — Plant Dis. Repr. 40, 898–903, 1956.

Ein sehr schwacher Stamm des Weizen-Streifenmosais (wheat streak mosaic) blockiert, nachdem er sich in der Pflanze durchgesetzt hat, vollständig die Infektion der Weizenpflanze durch einen virulenten oder Gelbstamm des Streifenmosais. Zu einer Verschärfung des Symptombildes kommt es dagegen, wenn das Weizenstreifenmosaik, das Gerstenstreifenmosaik und das *Bromus*-Mosaik paarweise in die Pflanze gebracht werden. Die mischinfizierten Pflanzen sind stärker gestaucht, sind chlorotischer und kommen später oder garnicht zur Ährenbildung. Beide Verfahren, die Schutzwirkung durch Vorinfektion mit einem schwächeren Stamm und die Symptomverschärfung durch Mischinfektion können dazu benutzt werden, Virusstämme oder Viren beim Getreide gegeneinander abzugrenzen und unter Berücksichtigung der verwandtschaftlichen Verhältnisse einzugruppieren. Die 3 genannten Viren, deren Mischinfektion zu Symptomverschärfung führt, sind trotz vieler Ähnlichkeiten im Krankheitsbild als selbständige Viren zu betrachten. Heinze (Berlin-Dahlem).

Bovey, R.: Une nouvelle maladie à virus de la tomate en Suisse romande. — Ann. agric. Suisse 57, 599–611, 1956.

Im Bereich des Genfer Sees wurde auf Tomate eine Viruskrankheit entdeckt, die in den Kreis des „Stolbur“- oder des „big bud“-Virus (viröse Triebverdickung) der Tomate (*Lycopersicum*-Virus 5 = *Chlorogenus australiensis*) gehört. Pfropfübertragung war auf Tomate, Tabak, Kartoffeln und *Datura stramonium* möglich. Knollen erkrankter Kartoffelpflanzen bilden nur schwache Keime aus. Tomate, Tabak und Stechapfel reagieren mit Hemmung des Spitzenwachstums, vermehrtem Austrieb schwächerer bleicher Axillartriebe und mit Blütenmißbildungen und Verunstaltung der Früchte (bei Tomaten). Die Virose ist weder mechanisch, noch durch *Cuscuta*, noch durch Blattläuse übertragbar.

Heinze (Berlin-Dahlem).

IV. Pflanzen als Schaderreger

A. Bakterien

Dowson, W. J.: Plant diseases due to bacteria. - 2. Aufl. Cambridge University Press 1957, 232 S., 45 Abb., 21 Karten. Preis: 32 s 6 d Net.

Dieses Buch ist in seiner 1948 erschienenen 1. Auflage in Deutschland wenig bekannt geworden. Möge es ihm in der neuen Auflage jetzt besser ergehen. Es verdient das um so mehr, als es an vergleichbaren Werken bei uns fehlt. Der Verf., früher Direktor der Unterabteilung Mykologie und Pflanzenpathologie an der Botany School in Cambridge, ist international als einer der führenden Bakteriologen seit langem bekannt. Sein durch kurze Fassung aller Abschnitte wie so manches englische erfreulich gegen die unnötige Breite vieler deutscher Bücher abstechende Werk, bringt zunächst einen allgemeinen Überblick über die Kriterien der Bakterien, ihre Klassifikation und Nomenklatur, die Krankheitssymptome, die physiologischen und biochemischen Eigenschaften und die Untersuchungsmethoden. Es ist so ausführlich gehalten und allgemein abgestellt, daß es als eine Einführung in die Kunde der Bakterien schlechthin gewertet werden kann. Anschließend werden die pflanzenpathogenen Arten behandelt, die im wesentlichen nach Elliott und Burkholder eingestuft sind. Außer *Pseudomonas* (Migula) Dawson und *Xanthomonas* Dawson werden die Gattungen *Erwinia* Winslow et al. und *Pectobacterium* Walde unterschieden, wobei *Erwinia carotovora* Jones (Holland) in die letztere Gattung gerät. Auch hier zeigt sich also wieder, daß die Nomenklatur in der Bakteriologie immer noch nicht zur Ruhe gekommen ist. Näher beschrieben werden unter Beschränkung auf die in den Staaten des Commonwealth und in Europa eine Rolle spielenden Bakteriosen 80 Spezies, unter denen *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann et Kotthof), *Pseudomonas syringae* van Hall, *Ps. mors-prunorum* Wormald-Canker, *Ps. tabaci* (Wolf et Foster), *Ps. viridilivida* (Brown) Holland, *Ps. pisi* Sackett, *Ps. medicaginis* var. *phaseolicola* (Burkholder) Stapp et Kotte, *Ps. caryophylli* Starr et Burkholder, *Xanthomonas hyacinthi* (Wakker) Dowson, *X. campestris* (Pammel) Dowson, *X. juglandis* (Pierce) Dowson, *X. begoniae* Takimoto (Dowson), *Erwinia salicis* (Day) Chester, *E. carotovorum* (Jones) Holland (als wichtigste Art am ausführlichsten behandelt), und *E. tumefaciens* (Smith et Townsend) hier besonders interessieren. Sehr willkommen sind die beigegebenen Bestimmungstabellen, in denen, wie das bislang leider nur bei den Bakteriologen zur Selbstverständlichkeit geworden ist, die physiologischen und die biologischen Charaktere der Spezies eine entscheidende Rolle spielen. Auch die 21 Verbreitungskarten bilden einen wesentlichen Vorzug des Buchs. 30 gute Photos dienen der Veranschaulichung der Befallbilder, vereinzelt auch der Krankheitserreger. Die Literatur konnte begreiflicherweise nur ausschnittsweise zitiert werden. Den deutschen Leser beschleicht aber doch ein Bedauern bei der Feststellung, daß das neuere deutsche Schrifttum recht kurz weggekommen ist. Gewiß, wir waren auf dem Gesamtgebiet in den letzten Jahrzehnten wenig produktiv. Es wäre aber zum mindesten angemessen gewesen, der vorzüglichen Bearbeitung der pflanzlichen Bakteriosen durch Stapp in Bd. II der 6. Aufl. des Handbuchs der Pflanzenkrankheiten über die Erwähnung in der Einleitung hinaus an einigen Stellen auch im Text zu gedenken. Das würde der Verbreitung des Buchs in Deutschland zugute kommen, die der Ref. aber auch ohne das nachdrücklich befürworten möchte.

Blunck (Bonn).

B. Pilze

Sörgel, G.: Die Problematik der bisherigen Vorstellungen über die Resistenz gegen pilzliche Krankheitserreger, erläutert am Beispiel der Fuß- und Fleckenkrankheit der Erbsen. — S.-B. D. Akad. Landw. Wiss. Berlin 5, H. 16, 20 S., 1956.

Bei den bisherigen Untersuchungen über die Disposition von Kulturpflanzen-sorten zu pilzlichen Krankheitserregern hat man die Beziehung zur Fortpflanzungsintensität der Parasiten zu wenig beachtet. Im Falle der Erbsen hemmen Stoffe aus der Samenschale gegen *Ascochyta*-Fußkrankheit resistenter Sorten nicht nur das vegetative Wachstum, sondern auch die Fruktifikationsstärke der Erreger. Die leicht durchzuführende Pyknidenzählung in beimpften Fließpapierscheiben auf Nährlösung zeigt also die Resistenz an. Nur ist Resistenz gegen *Ascochyta*-Fuß- und Fleckenkrankheit nicht immer miteinander gekoppelt. Man muß daher mit Samenschalen- und Keimblattdekekten arbeiten. Mit diesem Test ist die Gruppen-

resistenz-Reihe buntsamige Erbsen > Schalerbsen > Markerbsen festzustellen. Dabei besteht Korrelation zwischen Stärke der Pyknidenbildung und des süßen Geschmacks. Doch fördern Zuckerzusätze zur Nährlösung die Pyknidenbildung nur dann, wenn auch Phosphate zugesetzt werden. Der Pilz verwendet direkt vorliegende oder aus Stärke gebildete Zucker zur Bildung seiner Fortpflanzungsorgane und nimmt sie als phosphorylierte Zucker auf. In resistenten Erbsensorten müssen Hemmstoffe vorhanden sein, welche diese Aufnahme verhindern.

Bremer (Neuß).

Viennot-Bourgin, G.: Mildious, oidiums, caries, charbons, rouilles des plantes de France. — Encyclopédie Mycologique, vol XXVI et XXVII. Paul Lechevalier, Paris. 317 S., 89 Taf., 18000 fr. 1956.

Es war ein origineller Gedanke des Verf. diese Flora der pilzlichen Parasiten Frankreichs auf die obligaten Parasiten: Falsche (*Peronosporales*) und Echte Mehltau- (*Erysiphaceae*), Brand- (*Ustilaginales*) und Rostpilze (*Uredinales*) zu beschränken. So ist das Buch zwar nicht für den Erstanfänger auf mykologischem Gebiete geschrieben; derjenige, der die genannten Pilzgruppen von vornherein zu erkennen und zu unterscheiden vermag, hat dafür einen noch durchaus handlichen und, was garnicht hoch genug einzuschätzen ist, dabei vollständigen Führer durch das genannte Gebiet zur Verfügung. Das Buch ist um so wertvoller für ihn, als es von einem hervorragenden Didaktiker vollkommen übersichtlich aufgebaut ist: einer alphabetischen Liste von Erklärungen der Fachausdrücke folgt ein dichotomer Bestimmungsschlüssel der behandelten Gattungen, dann der Hauptteil: die Aufzählung und knappe aber vollständige Beschreibung der Pilzarten, angeordnet nach den Gattungen ihrer Wirtspflanzen in deren alphabetischer Reihenfolge. Für jede Wirtspflanze sind die Pilze in der oben genannten Reihe der Gruppe angegeben, innerhalb jeder Gruppe nach einem dichotomen Bestimmungsschlüssel geordnet. Unter dem Namen jeder Wirtsgattung steht eine numerierte Liste ihrer Arten; bei den Parasiten wird auf das Vorkommen an der einen oder anderen Wirtsart mit diesen Nummern Bezug genommen. Diese konstant durchgehaltene Anordnung, die Verwendung verschiedener Drucktypen, das große Format des Buches und der dadurch ermöglichte weiträumige Druck sichern die vollkommene Übersichtlichkeit. Den Schluß des ersten Bandes bildet ein alphabetisches Register der angeführten Parasiten. Der zweite Band ist ein großes Tafelwerk mit einer Fülle hervorragender, vollkommen genauer und dabei besonders dort, wo nicht nur in Strichen die Form angedeutet, sondern völlig ausgeführt wird, auch künstlerisch höchst befriedigender Schwarz-weiß-Abbildungen. Auch hier wird die Übersichtlichkeit dadurch gesichert, daß sämtliche makroskopischen Ansichten in natürlicher Größe, alle Perithezien von *Erysiphaceen* in 1:600, alle übrigen Gegenstände in 1:1200 wiedergegeben werden. Dem Ref. ist bei der Durchsicht ein Wunsch unerfüllt geblieben: Der Verf. gibt zwar zahlreiche Zitate, aber kein Literaturverzeichnis, wohl um Raum zu sparen, da der mykologisch fortgeschrittene Benutzer des Buches da ohnehin versiert sei, der Anfänger das nicht brauche. Wenn Ref. dem auch nicht beistimmen kann, erkennt er doch an, daß ihm ein modernes Buch von gleicher Brauchbarkeit für Anfänger wie Fortgeschrittene nicht bekannt ist, und erwartet, daß es auch den deutschen Mykologen höchst erwünscht sein wird. Schließlich muß er noch seine uneingeschränkte Bewunderung für diese imponierende Ein-Mann-Leistung ausdrücken, zu der man dem Verf. und dem Verlag nur gratulieren kann. So sind z. B. alle Abbildungen Originale des Verf., fast alle die zahlreichen biometrischen Angaben im Text Durchschnittszahlen von je 200 selbst durchgeführten Messungen.

Bremer (Neuß).

Horsfall, J. G.: Principles of fungicidal action. — New Series of Plant Sci. Books, 30. Waltham, Mass. The Chronica Botanica Co., 1956. 279 S., 16 Abb., 11 Tabellen. Preis: Dollar 6.50.

Unter neuem Titel legt J. G. Horsfall die 2. Auflage seines 1945 erschienenen Buches „Fungicides and their action“ vor. Wer die entsprechende Literatur der letzten 12 Jahre mit Aufmerksamkeit verfolgt hat, der wird im „Horsfall 1956“ die vielfältigen Probleme nach dem jüngsten Stand der Forschung und von souveräner Warte aus interpretiert finden. Gegenüber den speziellen Kapiteln über die Wirkung einzelner Wirkstoffgruppen (Metalle; S; Org. S; Chinone und Ketone; heterocyclische Verb.) haben die allgemeinen Grundlagen der Wirkungsmechanismen eine erhebliche Erweiterung erfahren (Hemmung von Kern- und Zellteilungsprozessen; Eingriffe in den pilzl. Stoffwechsel; Adaptation und Inaktivierung;

Chelateffekt; Permeation und Löslichkeit der Fungicide). Das Kapitel über die systemisch wirkenden Fungicide (Chemotherapie) enthält auf 15 Seiten das Résumé aus 251 neuen Arbeiten, woran die intensiven Bemühungen auf diesem Gebiet sichtbar werden. Wenig Berücksichtigung finden Fungicidwirkungen im Boden. Entbehrlich erscheinen in einer wissenschaftlichen Darstellung die zahlreichen „lebensnahen“ Erläuterungen, für die in Analogie zum „Kampf“ des Fungicids gegen den Pilz vorwiegend die Militärstrategie bemüht wird. Zuzustimmen ist dem konsequenten Gebrauch von ED- (effektive Dosis) statt LD-Werten, während der Terminus „Kontakt“-Fungicid als Ersatz für „eradication“ und als Gegensatz zum Schutzbelag (residual)-Fungicid nicht eben zu einer erleichterten Verständigung beiträgt. Im einzelnen ist eine Schilderung des ungeheuer reichen Inhalts im Rahmen eines Referates nicht möglich. Das Buch gehört in die Hand eines jeden Phytopathologen, der sich mit Fungiciden beschäftigt. Domsch (Kitzeberg).

Hassebrauk, K.: I. Europäische Gelbrostkonzferenz am 21. und 22. Februar 1956 in Braunschweig. — Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 8, 86–87, 1956.

Das starke Auftreten von *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn. im Jahre 1955 und die Erkenntnis, daß die Probleme des Gelbrostes nur in enger Zusammenarbeit auf zwischenstaatlicher Basis zu lösen sind, regten zu der ersten europäischen Besprechung an. Ihr Programm umfaßte die Fragen der Biologie und Epidemiologie, physiologischen Spezialisierung, Resistenzzüchtung und Vererbung der Resistenz, chemischen Bekämpfung des Gelbrostes sowie des Anbaues eines Fangsortimentes, zu denen sich Fachvertreter aus England, Frankreich, Holland, Schweden, der Schweiz und ganz Deutschland äußerten. Kröber (Berlin-Dahlem).

D. Insekten und andere Gliedertiere

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Begründet von P. Sorauer. Band V, herausgegeben von H. Blunck. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil, 5., neubearbeitete Auflage. 4. Lieferung. *Homoptera*. II. Teil (*Aphidoidea*, *Coccoidea*). Unter Mitwirkung von C. Börner †, K. Heinze, H. Schmutterer, M. Lüdike, W. Kloft, 586 S., 257 Abb. — Paul Parey, Berlin und Hamburg 1957. Preis geb. DM 147.— (für Bezieher des kompletten Bandes DM 132.30).

Eine der wichtigsten Lieferungen des Sorauerschen Handbuches liegt nun in Neuauflage vor — mit Ungeduld erwartet von den Pflanzenschutzforschern und den im praktischen Pflanzenschutz Tätigen. Vielleicht der schwierigste Band des ganzen Werkes! Sein Umfang ist seit der 4. Auflage (1932) um mehr als das Doppelte angewachsen; seit der 3. (1913) ist er mehr als verzehnfacht! Dem Herausgeber gebührt Dank dafür, daß er für die einzelnen Kapitel die richtigen Sachbearbeiter ausgewählt und ihre Beiträge zu einem einheitlichen Werk koordiniert hat.

Längst schon ist ja kein einzelner Forscher mehr imstande, den Abschnitt „Blatt- und Schildläuse“ so zu behandeln, daß die Darstellung der Kritik der Wissenschaft und den Anforderungen der Praxis gerecht wird. Es ist deshalb zu begrüßen, daß sich hier mehrere Autoren in die Arbeit geteilt haben. Der unvergessene Börner hinterließ bei seinem Tode einen wertvollen, aber unvollständigen Beitrag. Heinze hat ihn ergänzt und auf Grund eigener Forschungen beträchtlich erweitert. Kloft und Schmutterer übernehmen das Kapitel „Schildläuse“. Lüdike als bester Kenner der Gattung *Quadraspidiotus* behandelt die San José-Schildlaus und die ihr nahestehenden Arten. Ergänzend stellten Sachtleben, Moericke und Schuch ihre Kenntnisse zur Verfügung. Dieser Stab von Mitarbeitern hat uns ein sehr wertvolles Werk geschenkt, das für die wissenschaftliche und praktische Pflanzenschutzarbeit auf Jahre hinaus unentbehrlich sein wird.

Zwei umfangreiche Kapitel behandeln die Morphologie und Biologie der Blatt- und Schildläuse, wozu, ergänzend, eine ausführliche Erklärung der vielen Fachausdrücke tritt. Die verworrene Taxonomie der *Aphidoidea* und *Coccoidea* erforderte es, eine Artbezeichnung jeweils als führend im Fettdruck zu bringen und die Synonyme (bei viel bearbeiteten Arten bis zu einem Dutzend!) beizufügen. Ganz konsequent wurde jedoch dieses Verfahren nicht gehandhabt, denn von manchen Arten werden die Gens- und Subgenusbezeichnung im Druck als gleichwertig angeführt (z. B. *Aphis* und *Doralis*). Ref. bedauert dies, denn für den angewandtwissenschaftlichen Gebrauch sollte doch die Beschränkung auf eine Artbezeichnung möglich sein.

Erfreulich sind die ausführlichen Angaben über die einzelnen Blattlausarten in ihrer Eigenschaft als Virus-Vektoren, denn hier liegt ja heute ein Schwerpunkt der Blattlausforschung. Für die Forschung auf dem Gebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung werden die Ausführungen über die natürlichen Feinde der Blatt- und Schildläuse wertvoll sein. Besonders hervorgehoben sei aber, daß die chemischen Bekämpfungsverfahren nach dem neuesten Stand unserer Kenntnisse dargestellt werden.

Die Kapitel über die praktisch wichtigsten Arten, z. B. *A. fabae*, *M. persicae*, *Qu. perniciosus*, sind so ausführlich, daß sie als kleine Monographien der betreffenden Schädlinge angesprochen werden können. Der praktische Pflanzenschutzdienst wird hierfür den Bearbeitern besonderen Dank wissen.

Von dem Umfang der Arbeit, die die Autoren bewältigen mußten, mag ein Beispiel einen Begriff geben: das Literaturverzeichnis zum Abschnitt „Blattläuse“ umfaßt 1648 Publikationen!

Sehr gut ist die Bebilderung. Die Anatomie der Blatt- und Schildläuse wird durch saubere Zeichnungen erläutert, während photographische Aufnahmen die Schadbilder darstellen. Der Beitrag des Bildarchives der Biologischen Bundesanstalt ist hier besonders lobend zu erwähnen.

Der neue Sorauer-Band wird für die Forschungsinstitute des Pflanzenschutzes und für die Dienststellen des praktischen Pflanzenschutzes ein viel benutztes, wertvolles Standardwerk werden. Kotte (Freiburg i. Br.).

Roer, H.: Über Flug- und Wandergewohnheiten von *Pieris brassicae* L. — Inaugural-Dissertation, Bonn 1955. (Die Schrift ist in der Bibliothek des Institutes für Pflanzenkrankheiten in Bonn zugänglich.)

Die Biologie des Großen Kohlweißlings ist trotz zahlreicher bereits vorliegender Bearbeitungen noch immer voller Rätsel, zu denen besonders die auffallenden Wanderungen der Falter gehören. Verf. ist mit großer Beobachtungsfreude und Experimentier-Geschicklichkeit an das schwierige Problem herangegangen und hat damit unser Wissen in wesentlichen Punkten erfreulich erweitert. — Nach einer vergleichenden Übersicht über die bisher beobachteten Wanderflüge des Großen Kohlweißlings (auf den britischen Inseln, dem europäischen Kontinent und in außereuropäischen Ländern) und die Deutungsversuche der Bearbeiter über die Ursachen der Migrationen berichtet Verf. über seine eigenen Versuche zur Feststellung der Verhaltensweisen der Falter unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wanderphase. Die Arbeit schließt mit einer Erörterung des Auslösungsmechanismus der Falterwanderungen. — Mit seiner Feststellung, daß die Falter über einen längeren Zeitraum hin sich in einem ziemlich kleinen Umkreis aufhalten, also ortsgelassen sind, bestätigt Verf. die Beobachtungen früherer Autoren. Neu ist jedoch, daß derartige Falter, meist Männchen, ganz bestimmte Flugbahnen im Gelände einhalten und selbst von weiteren Suchflügen, die über 1 km führen können, stets wieder zu ihrem angestammten Rastplatz zurückkehren. Bekannt ist, daß Falter auf der Wanderung unbeirrt ihre Richtung einzuhalten pflegen. Verf. beobachtete, daß jugendliche, unbegattete Weibchen auf der Wanderung selbst von brünstigen Männchen keine Notiz nehmen, sondern ruhig weiterfliegen. — Auf den Dachböden von Bauernhäusern in Dänemark fand Verf. überwinterte *Pieris*-Puppen in ungeahnten Mengen. Sie waren dort weniger stark parasitiert als die im Freien überwinterten Puppen. Bisher galten Vögel nicht als wirkungsvolle Feinde des Großen Kohlweißlings. Verf. beobachtete aber, daß Dorngrasmücken (*Sylvia communis* Lath.) und — wenn auch in geringerem Maße — Wiesenschmätzer (*Saxicola rubetra* L.) ihre Jungen mit *Pieris*-Raupen III und IV fütterten, und daß Gartenrotschwänzen (*Erithacus phoenicurus* L.) an kalten, regnerischen Tagen häufig die Falter fingen. — Die Wanderbegung faßt Verf. als eine erblich fixierte Anlage auf, die in der ursprünglichen Heimat der wichtigsten kreuzblütigen Nahrungspflanzen von *Pieris brassicae*, in Nordafrika und Vorderasien, entstanden und nach Vordringen dieser Pflanzen in prähistorischer Zeit in das heutige Massenwechselgebiet in Europa erhalten geblieben ist. Als Flugauslöser wirkt die Temperatur. Bei + 15° C beginnt das noch ungerichtete „Streichen“, und erst bei + 20° C setzen die gerichteten Wanderflüge ein. — Verf. hat der Arbeit zahlreiche Tabellen und einige instruktive Photos beigelegt. — Man darf hoffen und erwarten, daß die Untersuchungsergebnisse veröffentlicht und damit allgemein leichter zugänglich werden.

Speyer (Kitzeberg).

Bonnemaison, L. & Missonnier, J.: Recherches sur le déterminisme des formes estivales ou hivernales et de la diapause chez le Psylle du Poirier (*Psylla pyri* L.). — Annales des Epiphyties Ser. C, **6**, 457–528, Paris 1955.

Die Erscheinungen der Diapause bei den Insekten und die Frage nach ihren wohl sehr verschiedenartigen und oft komplexen Ursachen bilden immer wieder reizvolle Untersuchungsthemen. — Die beiden Verff. haben sich schon mehrfach mit dem Birnblattsäuger, *Psylla pyri* L., seinen Generationsverhältnissen und Diapause-Erscheinungen beschäftigt und legen hier einen umfangreichen Bericht über ihre Versuche vor. — Zunächst zeigen sie die zwischen der Sommer- und Winterform von *Ps. pyri* bestehenden morphologischen und biologischen Unterschiede. Während die Imagines der 3 ersten Generationen im Jahre die Charaktere der Sommerform besitzen und die der 5. Generation eindeutige Winterformen sind, haben die Tiere der 4. Generation bei frühzeitiger Häutung zur Imago (im August) Sommerformcharakter, bei später Häutung dagegen (ab Anfang September) werden sie zu den größeren und dunkleren Wintertieren. Die Entwicklung der Geschlechtsorgane beider Formen wird beschrieben. Ihre morphologischen Eigenarten und ihre Diapause hängen von der Dauer der Belichtung ab. Im Experiment konnten Sommer- und Winterformen in verschiedenen Prozentverhältnissen, überdies intermediäre Formen erzeugt werden. Während des dritten und besonders des vierten Larvenstadiums der Nachkommen von Wintertieren ist die Empfindlichkeit für kurze Photoperioden am stärksten, während die Nachkommen von Sommerformen während des ersten und zweiten Larvenstadiums am stärksten reagieren. Durch geeignete Wahl der Belichtungszeit kann man über längere Zeiträume hin entweder nur Sommer- oder nur Winterformen erzeugen. Während alle Imagines, die eine Diapause haben, morphologisch stets zur Winterform gehören, haben keineswegs alle Imagines der Winterform unter bestimmten Bedingungen im Experiment eine Diapause. Die Dauer der Diapause hängt von der Photoperiode ab, unter deren Einfluß die Larven im fünften Stadium gestanden haben. Früherer oder späterer Beginn der Eiablage nach der Imaginalhäutung hängt auch von der Länge der Photoperiode während bestimmter Larvenstadien ab. Je nach dem Verlauf des Herbstes wird durch die kombinierte Wirkung einer verkürzten Photoperiode und von Kälte auf die Larven des fünften Stadiums der Ablauf der Diapause beschleunigt. Speyer (Kitzeberg).

Moericke, V.: Wie finden geflügelte Blattläuse ihre Wirtspflanze? — Mitt. biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem, H. **75**, 90–97, 1953.

Die Moericke-Fangschalen waren innen je mit einer anderen Farbe angestrichen und zu mehreren nebeneinander aufgestellt. Die gelben wurden am stärksten von Aphiden befliegen (bis 4000 Blattläuse je Schale), wesentlich schwächer orangefarbene, rote kaum, grüne um so stärker, je größer der Gelbanteil war. Blau, Violett, Weiß, Grau und Schwarz blieben fast unbeachtet. Gelb mit 90% Schwarzanteil wurde noch deutlich befliegen. Die Landung der Blattläuse war nicht sehr zielstrebig. Wurde die Schale in eine größere Wanne gestellt, so fanden sich viele außen ein, auch wenn die Wanne nicht anlockend gefärbt war. Durch blaue Außenschalen wurden die Blattläuse abgeschreckt. Standen die Gelbschalen auf großen blauen Flächen, so ging die Zahl der landenden Tiere erheblich zurück (bis auf 7%). Gelb in Grün war besonders fängig, wenn die gelbe Umgebung nicht zu groß war. Die Farbreaktion umfaßte bei den Blattläusen den dem menschlichen Auge sichtbaren Teil des Spektrums (Nachweis mit Ultrarot- und Ultraviolettfiltern). An senkrecht gestellten Flächen flogen mehr Blattläuse an als auf waagerechten. Gestreifte Flächen (Gelb-Grün, Gelb-Schwarz, Schwarz-Weiß) wirkten ebenfalls anlockend. Der Zuflug ging mit der Verringerung der anlockenden Farbfläche anteilmäßig zurück. Blätter in Schalen wurden um so stärker befliegen, je höher ihr Gelbanteil war (Gartenbohnenblätter stark, Kartoffelblätter und relativ ungesättigt gefärbte Kohlblätter schwächer). Etwas abweichende Farbreaktion konnte bei der mehligten Pflaumenlaus *Hyalopterus arundinis* Geoffr. und bei der Kohllaus (*Brevicoryne brassicae* L.) nachgewiesen werden. Sie schienen ein milchiges Grün zu bevorzugen. Bei dem erfolgreichen Auffinden einer Wirtspflanze spielte die Farbreaktion eine Rolle. Dafür sprach, daß der Anteil der Kartoffelblattläuse im Kartoffelfeld in den Schalen 12% betrug, im Feldbohenschlag dagegen nur 5%. Ähnliche Farbreaktionen konnten auch bei Zikaden, Blattflöhen, Mottenschildläusen, Rüsselkäfern, Glanzkäfern, Halmwespen u. a. Insekten festgestellt werden.

Heinze (Berlin-Dahlem).

Séguy, E.: Introduction à l'étude biologique et morphologique des insectes Diptères. — Mus. Nacional Publ. avulsas 17, 260 S., Rio de Janeiro (Brasil.) 1955.

In gedrungener, fast stichwortartiger Form hat der bekannte französische Dipterologe in 494 Paragraphen, die zu 15 Kapiteln zusammengefaßt werden, ein einzigartiges wertvolles Nachschlagewerk über die Dipteren geschaffen. Entwicklungsgeschichte, Morphologie, Physiologie und Ökologie von Imagines und ihren Entwicklungsstadien, geographische Verbreitung und Systematik werden in einzelnen Kapiteln abgehandelt. Daneben finden sich auch für die Praxis wichtige Kapitel, so z. B. über phytophage Dipteren mit besonderen Abschnitten über schädliche Dipteren an Gramineen und an Obst- und Zierbäumen, wobei wichtigen Schädlingen (*Mayetiola destructor*, *M. avenae*, Olivenfliegen, Fruchtfiegen usw.) eigene Paragraphen gewidmet sind. Es folgen Kapitel über sapro- und coprophage Dipteren, über Höhlenbewohner, einschließlich der Gäste sozialer Insekten und Nidikolen, über hausbewohnende und parasitische Dipteren (Blutsauger und Erreger von Myiasen). Schließlich werden noch die nützlichen und nutzbaren Dipteren besprochen. Eine Bibliographie der grundlegenden Arbeiten am Schluß eines jeden Kapitels ermöglicht das tiefere Eindringen in die angeschnittenen Probleme. Jedem Entomologen, vor allem auch dem in der Praxis tätigen, wird diese durch ausführliche Register zum Nachschlagen geeignete Zusammenstellung unseres Wissens von den Zweiflüglern sehr willkommen sein. Zu bedauern ist nur, daß auf Abbildungen vollständig verzichtet wurde.

Weidner (Hamburg).

Mathys, G.: Das Massenaufreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 85, 34–40, 1956.

Zuchtversuche und morphologische Vergleiche ergaben die Identität der auf Wein in der welschen Schweiz vorkommenden „Roten Spinne“ mit der auf Apfel, Pflaume und Birne lebenden. Es handelt sich um *Metatetranychus ulmi* Koch. Spinnmilbenräuber aus der Gruppe der Insekten spielen dort an Reben eine vollkommen untergeordnete Rolle. Nur *Typhlodromus tiliae* Oud. ist in der Lage, die phytophagen Milben in Schach zu halten. Es werden einige Daten aus der Biologie dieser Raubmilbe wiedergegeben. Durch Systox und Parathion werden neben *M. ulmi* auch die nützlichen Milben abgetötet. Zineb wirkt auf sie stark reduzierend, von schwacher Einwirkung sind Zineb-Kupferverbindungen, Diazinon, DDT (Ref.: letzteres ist umstritten), während Kupferpräparate, Orthocid, Netzschwefel, Chlorbenzilat und Nirozan ohne Einfluß auf die Raubmilben sind. Verf. fordert einen schonenden Spritzplan und hält eine Kombination von chemischer und biologischer Bekämpfung der „Roten Spinne“ für die beste Lösung.

Dosse (Hohenheim).

Bird, F. T.: Virus diseases of sawflies. — The Canad. Ent. 87, 124–127, 1955.

Der Polyedervirus der an der Bankskiefer (*Pinus banksiana* Lamb.) fressenden Blattwespe *Neodiprion americanus banksianae* Roh. ist auch gegen die Blattwespen *N. sertifer* (Geoffr.), *N. nanulus* Schedl und *Diprion hercyniae* (Htg.) pathogen. Die künstliche Verbreitung des Virus gegen *N. sertifer* darf nicht zur restlosen Vernichtung der Population führen, um eine Übertragung auf die nächste Generation zu gewährleisten. Der Virus erwies sich gegen *N. americanus banksianae* als nicht sehr wirksam und führte erst am Ende der Gradation zu geringer Mortalität. Bei künstlicher Infektion im Befallsgebiet war eine mehr als 70%ige Mortalität nur mit einem nicht mehr wirtschaftlichen Aufwand an Virussuspension zu erzielen. Für die natürliche Virusausbreitung ist die Übertragung durch das Ei entscheidend. Epizootien nahmen bei *N. sertifer* ihren Ausgang von zu 15% verseuchten Eigelegen. Die Mortalität steigt mit der Zahl der Kolonien je Baum und ist an kleinen Bäumen mit weniger als 5 Kolonien minimal. Der Virus von *D. hercyniae*, welche ihre Eier einzeln und verstreut ablegt, ist dagegen besonders wirksam bei geringer Populationsdichte. Von *N. sertifer* und *N. americanus banksianae* überleben mehr ♂♂, da diese I Stadium weniger durchlaufen als die ♀♀. Der Mageninhalt von 2 Vogelarten war nach dem Verzehr von *N. sertifer*-Larven infektiös. Kadaver von *D. hercyniae* blieben 14 Jahre infektiös. Eine Parasiteneinfuhr zeitlich vor der Viruseinschleppung ließ die Parasiten Fuß fassen. Diese hielten seit 1945 die Populationsdichte von *D. hercyniae* niedriger, als der Virus dies allein vermocht hätte. Die Arbeiten von Vago, Yamafugi und Schwetzwowa über das Latenzproblem werden diskutiert. Kaliumnitrit und Natriumfluorid scheinen die Virusanfälligkeit der hier behandelten Blattwespenarten nicht zu beeinflussen. Die Viruseinfuhr hat im Freiland gegen *D. hercyniae* seit 18, gegen *N. sertifer* seit ihrer Einfuhr vor 6 Jahren keine Änderung ihrer Pathogenität gezeigt.

Langenbuch (Darmstadt).

Annual Review of Entomology. Bd. 1, 466 S. 1956. Bd. 2, 407 S. 1957. Herausgeg. von E. A. Steinhaus u. R. F. Smith. — Annual Reviews, Inc. Stanford, California, USA. \$ 7.50 je Band.

Die Entomologische Gesellschaft von Amerika hat angesichts der unübersehbar anschwellenden Literatur — über 4000 Veröffentlichungen im Jahr — deren periodische Zusammenfassung in Übersichtsreferaten durch berufene Spezialisten zu einer neuen Zeitschrift für eine zwingende Notwendigkeit gehalten und geplant. Der Verwirklichung dieses Planes lieh sich die schon bestehende Organisation der Annual Reviews, deren gleichgerichtete Publikationsorgane bereits 8 verschiedene andere Felder der Naturwissenschaften zu einem einheitlichen, mäßigen Preise decken. Beabsichtigt ist, die aktuellsten Problemgebiete jährlich, die übrigen je nach ihrer Entwicklung in längeren Perioden neu zusammenzufassen. Dabei soll möglichst ein Mittelweg zwischen Kompilation und individueller Themenbehandlung eingeschlagen werden. Das ist in verschiedenem Grade gelungen, je nach der Einstellung und dem Temperament der Verfasser. Die Gesichtspunkte: Besprechung der neuen Literatur, Darlegung des gegenwärtigen Standes von bestimmten entomologischen Problemen, Klärung der Begriffe und Erörterung von Theorien erscheinen demnach bei der Behandlung der Themen in verschiedener Mischung. Im Gesamtergebnis muß das Unternehmen als gut gelungen beurteilt werden. Von den 21 Artikeln des ersten Bandes betreffen 14, von den 20 des zweiten Bandes 10 Themen aus der „angewandten“ Entomologie, wodurch das Interesse zum Ausdruck kommt, das diesem Zweig der Wissenschaft gewidmet wird. Besonders wichtig für den Pflanzenschutzfachmann sind im ersten Band die Artikel über Resistenz gegen Chemikalien (Hoskins und Gordon), Wirkungsweise von Insektiziden (Kearns), Chemie der Insektizide (Martin), Insektizidrückstände in behandelten Pflanzmaterialien (Gunther und Blinn), Bekämpfung von Bodeninsekten (Lilly), Entomologie der Nahrungsvorräte (Parkin), Geräte zur Ausbringung von Insektiziden (Brann), Ökologie von Forstinsekten (Graham), Insektenübertragung pflanzlicher Viren (Smith und Brierley), Quarantäneprobleme (Camp), Wirkung von Insektiziden auf die Populationsbewegung (Ripper), Physiologie und Biochemie der Diapause (Lees), Ernährung der Insekten (Lipke und Fraenkel) und Theorie des Massenwechsels bei Insekten (Thompson), im zweiten Band die Referate von Solomon über Dynamik der Insektenpopulationen, Wellington über die synoptische Behandlungsweise bei Studien über Beziehungen von Insekten zum Klima, Williams über Insektenwanderungen, Crow über die Genetik der Insektizidresistenz, Dahm, Spencer und O'Brien über Chemie und Wirkungsweise der Insektizide, Bennett über das Verhalten systemischer Insektizide in der Pflanze, Weick und Roth über Insektizidanwendung aus der Luft, Gaines über Baumwollinsekten und ihre Bekämpfung und Broadbent über Verhütung der Virusausbreitung durch Insektizide. Jeder Aufsatz enthält eine ausführliche Bibliographie der einschlägigen neueren Literatur; die europäische und besonders die deutsche Literatur spielt in vielen, nicht in allen eine recht geringfügige Rolle. Autoren- und Sachregister am Schluß der Bände machen sie zu brauchbaren Nachschlagewerken. Mit der neuen Zeitschrift ist in der englisch geschriebenen Literatur nun auch für die Entomologie der Idealzustand erreicht, daß sich der Fachmann je nach Wunsch in besonderen Zeitschriften mit Originalarbeiten, mit Sammel- oder mit Einzelreferaten unterrichten kann. Auch der Entomologe und der Pflanzenschutzforscher des deutschen Sprachgebietes wird diese Möglichkeit sicher lebhaft begrüßen und nutzen.

Bremer (Neuß).

VIII. Pflanzenschutz

Franz, J.: Persönliche Eindrücke vom Stand der biologischen Schädlingsbekämpfung in Nordamerika. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig), 9, 49–56, 1957.

Verf., Leiter des Institutes für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Darmstadt, berichtet über seine während einer 6monatigen Reise in Nordamerika gewonnenen Eindrücke und gesammelten Erfahrungen, soweit diese auch für den Deutschen Pflanzenschutz von Interesse sind. Zum Unterschied von den Verhältnissen in Europa ist in Nordamerika, der Heimat der biologischen Schädlingsbekämpfung, dieser Zweig des Pflanzenschutzes dank langer Tradition und vieler eindrucksvoller Erfolge allseitig anerkannt. Diese Entwicklung wurde gefördert durch die große Zahl der in Nord-

amerika ohne ihre natürlichen Feinde eingeschleppten Schadinsekten, durch die nur extensive Bewirtschaftung großer Gebiete, welche nur die billigste Art der Schädlingsbekämpfung rentabel werden ließ, und nicht zuletzt durch die Einsparung menschlicher Arbeitskraft bei dieser Bekämpfungsart in einem Lande, in welchem der Mensch von jeher in steigendem Maße Mangelware ist. Durch eigene Forschungsarbeit und den Besuch der maßgebenden Institute sowie mancher Befallsgebiete konnte Verf. reiche Erfahrungen sammeln, über die an ausgewählten Beispielen berichtet wird. Die klassische Methode: Nachträgliche Einfuhr von Nutzorganismen zur Bekämpfung eingeschleppter Schädlinge und Unkräuter, ließ rigorose Vorschriften für eine strikte Überwachung aller Einfuhren von Nutzorganismen und großzügig neu errichtete Quarantäaneanlagen entstehen, deren Aufgaben beschrieben werden. Ein weiterer Abschnitt behandelt das an Aktualität ständig zunehmende Problem der Reduzierung der Insektizidanwendung durch deren Kombination mit biologischen Methoden. In einem Abschnitt über die mikrobiologische Bekämpfung werden an zahlreichen Beispielen in Feldversuchen bewährte Erreger und Infektionsmethoden besprochen. Über die Grundlagenforschung, die Aufgaben und Arbeitsmethoden der damit beauftragten Institute berichtet der IV. Abschnitt. Abschließend vergleicht Verf. die Außenseiterstellung, welche die biologische Schädlingsbekämpfung auf unserm Kontinent im Rahmen des Pflanzenschutzes einnimmt, mit ihrer großen Bedeutung und allgemeinen Anerkennung in der neuen Welt. Er schlägt vor, junge deutsche Wissenschaftler hinauszuschicken, um sich anregen zu lassen und in Diskussionen und eigenen Arbeiten die fremde Umwelt begreifen zu lernen. Der Vorteil des erweiterten Gesichtskreises kommt auch der Heimat zugute.

Langenbuch (Darmstadt).

„Bayer“ Pflanzenschutz-Compendium. 1. Nachtrag. 1956.

1 1/2 Jahre nach Herausgabe ihres Pflanzenschutzkompendiums läßt die Pflanzenschutzabteilung der Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen, ihren 1. Nachtrag dazu folgen. Da das Werk praktischerweise als Ringbuch erschienen ist, kann man es nun aufs laufende bringen, ohne daß es seine Einheitlichkeit verliert. 3 bisherige Bildtafeln werden durch abgeänderte ersetzt, 12 neue kommen mit ihren Texten dazu. Sie betreffen hauptsächlich den Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau. Erneuert sind auch die Mischtafel, die Liste Cu- und S-empfindlicher Obstsorten, die Richtlinien zur Schädlingsbekämpfung im Wein- und Obstbau, die Angaben über Bayer-Präparate und das Sachregister. Die Ergänzung wird den zahlreichen Benutzern des beliebten Kompendiums sehr erwünscht sein.

Bremer (Neuß).

Tietz, H.: „Metasystox“-Rückstandsuntersuchungen 1956. — Höfchen-Briefe 9, 286–288, 1956.

Weinreben, Erd- und Johannisbeeren, Gurken, Hopfen, Erbsen und Frühkartoffeln wurden mit 0,1% eines ³²P-markierten Präparates von Metasystox bespritzt und 8–40 Tage nach der Spritzung nach beschriebener Analysenmethode durch Messung der Radioaktivität der toxische Rückstand bestimmt. 8–10 Tage nach der Spritzung lag er je nach Anfangswert bei 0,033–1,04 mg/kg bzw. ppm. Es wird geschlossen, daß nach dieser Karenzzeit behandeltes Gemüse und Obst ohne Bedenken genossen werden kann.

Bremer (Neuß).

Tilgner, S.: Über Blutbefunde und Leberveränderungen bei chronischen γ -HCH-Intoxikationen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 85, 108–113, 1956.

Intoxikationen mit reinem γ -HCH riefen für gewöhnlich erhebliche Verkürzungen in der Blutgerinnungszeit hervor, wobei bedeutend erhöhte Thrombozytenwerte gefunden wurden. Die Blutplättchen-Vermehrungen erwiesen sich als besonders groß, wenn Mäuse 90 Tage lang als Futter ein Getreide erhalten hatten, das mit einem handelsüblichen Gammexan-Präparat zwecks Entwesung vorschriftsmäßig eingestäubt worden war. An der geschilderten Blutbeeinflussung sind offenbar durch das γ -HCH verursachte Änderungen im Fett- und Lipoprotein-Stoffwechsel der Leber beteiligt. Die vom Verf. ermittelten Variationskurven der Kernvolumina und der Größen einkerniger Leberzellen zeigten bei den mit γ -HCH behandelten Tieren Abweichungen von der Norm nur bei Dosen, die erheblich über den bei der Getreide-Einstäubung üblichen Mengen lagen.

Pfannenstiel (Marburg/Lahn).

*Lalonde, D. I. V. & Brown, A. W. A.: The effect of Insecticides on the Action Potentials of Insect Nerve. — Canad. J. Zool. 32, no. 2, pp. 74–81, 3 pls., 9 refs. Ottawa 1954. — (Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A. 43, 302, 1955.)

17 verschiedene Insektizide wurden in Maisöl mit dem Bein der Küchen-schabe [*Periplaneta americana* (L.)] in Berührung gebracht und die Wirkung auf die sensorischen Impulse des Schenkel-Nerven geprüft. Während bei DDT, Methoxychlor und DDD bald deutliche Zeichen wiederholter Entladungen beobachtet werden konnten, traten solche unter Aldrin- und Dieldrin-Einfluß erst nach einer Latenzzeit von 2–4 Stunden auf. Bei technischem Chlordan, Heptachlor, α -Chlordan, β -Chlordan und Toxaphen verlief stets eine beträchtlich lange Zeit, ehe Reizerscheinungen erfolgten. Lindan verursachte rasch das Auftreten von Folgen winzig kleiner Ausschläge. Die Pyrethrine verstärkten die Impuls-Frequenz, DNC und Dinex dagegen vermehrten sowohl Spannung als auch Frequenz. Schradan zeigte keine Wirkung, TEPP verursachte eine vorübergehende Reizung, Parathion Folgen wiederholter Entladung nach einer Latenzperiode von 3 Stunden.

Pfannenstiel (Marburg/Lahn).

Casida, J. E.: Metabolism of organophosphorus insecticides in relation to their anti-esterase activity, stability and residual properties. — *J. Agr. Food Chem.* **4**, 772–785, 1956.

Der biologische Einfluß organischer Phosphorinsektizide besteht in einer durch Bildung unwirksamer phosphorhaltiger Esterasen hervorgerufenen Enzym-aktivitäts-Hemmung. Stabile Phosphat-Vorstufen werden in vielen Fällen im Organismus in reaktionsfähige Antiesterasen umgewandelt. Bestimmte, aber nicht alle Dimethylphosphoramide und Phosphorothioate bedürfen in vivo der Oxydation für das Zustandekommen ihres Antiesterase-Effekts. Dieser wird durch andere biochemische Reaktionen entweder verstärkt oder geschwächt. Bei instabilen phosphorhaltigen Esterasen kann das Enzym der Entgiftung dienen. Hingegen fragt es sich, ob ein in vivo sehr stabiler Komplex nicht eine endgültige chronische Vergiftung verursacht. Von einem guten organischen Phosphor-Insektizid müssen wir ein passendes, jeder neuen landwirtschaftlichen Verwendung angeglichenes Verhältnis zwischen seiner Gruppen-Spezifität, Antiesterase-Aktivität und Stabilität verlangen.

Pfannenstiel (Marburg-Lahn).

Ark, P. A. & Alcorn, S. M.: Antibiotics as bactericides and fungicides against diseases of plants. — *Plant Disease Reporter* **40**, 85–92, 1956.

Die Wirkung von Streptomycin gegen „fireblight“ (*Erwinia amylovora*) ist schon auf breiter Basis untersucht worden. Bei Verwendung von Pyrophyllit als Trägersubstanz für Streptomycin wurde die Krankheit bei Birnen weitgehend unterdrückt, während sie epidemische Ausmaße annahm, wenn mit Bentonit-Streptomycin bestäubt wurde. Diese schlechte Wirkung des Bentonits — offensichtlich auf einer starken Adsorption des Streptomycins beruhend — kann z. B. durch Zusatz von K_2HPO_4 behoben werden. Ähnlich wie Bentonit verhält sich Vermiculit. In verschiedenen Versuchen wurde gezeigt, daß mit Pyrophyllit- oder Bentonit + K_2HPO_4 -Streptomycin behandelte Pflanzenteile das Antibiotikum in frei verfügbarer Form enthalten. — Birnbäume, denen im Frühjahr 1,2 g Streptomycin-Sulfat injiziert worden waren, zeigten 1 Jahr später an den neuen Blättern und Trieben alle typischen Zeichen einer Streptomycin-Chlorose. Blätter und Früchte enthielten erhebliche aktive Streptomycinnengen. Es wird vermutet, daß sich das Streptomycin in bestimmten Pflanzenteilen anhäuft. — Gute Erfolge wurden mit Streptomycin bei Tabak gegen *Pseudomonas tabaci*, sehr unterschiedliche dagegen bei Pfeffer und Tomaten gegen *Xanthomonas vesicatoria* erzielt. Mit Aureomycin konnten „fireblight“ und „walnut blight“ nicht bekämpft werden. Andere Antibiotika waren zwar in vitro, dagegen nicht in vivo wirksam. — Als fungicides Antibiotikum war Candicidin gegen den Schwarzrost des Weizens sowie gegen verschiedene andere Rostarten und auch gegen die Mönilia (*Monilinia fructicola*) aktiv. Mit Hilfe des Candicidins hofft man, dem Verderb des Obstes bei Lagerung und Transport erfolgreich begegnen zu können.

Schönbeck (Köln).

Beran, F., Böhm, H. & Fischer, R.: Kurze Anleitung zur Schädlingsbekämpfung im Obstbau. 91 S., 42 farb. Abb. nach P. P. Kohlhaas. Herausgeg. v. d. Bundesanstalt f. Pflanzenschutz, Wien, 3. Aufl., 1956.

Die Verff. haben eine vorbildliche Leistung vollbracht. Der Text ist im besten Sinne volkstümlich, dabei wissenschaftlich einwandfrei. Die farbigen Tafeln von Kohlhaas gehören zum Besten, was man aus der deutschsprachigen Pflanzenschutzliteratur kennt; sie stehen auf der gleichen Höhe wie die bekannten Farbtafeln der Wiener Bundesanstalt. — Nach einem einleitenden Kapitel, in dem

allgemeine Fragen der chemischen Bekämpfung, der biologischen Bekämpfung und des Bienenschutzes behandelt werden, geben Verff. einen von allen Einseitigkeiten und Übertreibungen freien Spritzplan. Die richtigen Behandlungszeiten kann der Leser an den beigelegten bunten Tafeln erkennen. Anschließend werden die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge in einzelnen, glücklich gegliederten Kapiteln besprochen. Es ist zu hoffen, daß dieses handliche Heft nicht nur viele aufmerksame Leser findet, sondern daß es auch im übrigen Europa als Vorbild dienen möge.

Speyer (Kitzeberg).

Reisch, J.: Die Bekämpfung von Tannentriebwickler, Fichtenblattwespe, Feld- und Waldmaikäfer durch Starrflugzeuge. — Sonderdr. aus: Der Forst- u. Holzwirt 11, Nr. 19, 3 S., 1956.

Die Ergebnisse der Flugzeugeinsätze der Forstschutzstelle Südwest aus dem Jahre 1956 werden mitgeteilt. Eingesetzt waren: Piper cub, Piper super cub, Cessna 170 B, Comte A C 8. Letztere Maschine erlitt einen Unfall mit tödlichem Ausgang. Beschrieben wird die neuartige Sprühanlage der Fa. Whitaker (2 Tanks je 160 Liter, Falltankprinzip, 2 Düsen, und zwar von Propellern angetriebene Scheiben mit Stahlbürsten). Gegen *Cacoecia murinana* Hb. wurde Dipterox und DDT-Ölspray, 27 l/ha, eingesetzt. Toxaphenstaub enttäuschte, was unter anderem auf das regnerische Wetter zurückgeführt wird. Gegen Maikäfer wurden Hexastäube- und -sprühmittel (je 20 Liter bzw. Kilogramm pro Hektar, 240 g Gamma/ha) eingesetzt, gegen *Lygaeonematus abietum* Htg. Lindan-Ölspray, 20 l/ha. Die biologischen Effekte werden als ausreichend beurteilt. Als Spitzenleistung wurden in einem Morgen- und Abendeinsatz mit 63 Flügen 631 ha behandelt (3 Maschinen). Im Schnitt entfielen auf die Cessna 60 ha/h, die Stäube-Piper cub 37 ha/h und die Sprüh-Piper cub 28 ha/h. Die reinen Flugkosten pro Hektar (ohne Bekämpfungsmittel und Bodenorganisation) variierten je Flugzeugtyp, Sprüh- bzw. Stäubeverfahren, Tankfüllung (106–309 kg) und Anflugentfernung zum Einsatzgebiet (1–20 km) zwischen 5,21 DM/ha (Piper super cub, Sprühen 20 l/ha, 270 Liter Tankfüllung, 1–20 km Flugentfernung) und 16,92 DM/ha (Piper cub, Sprühen, 20 l/ha, 122 Liter Tankfüllung, 11–17 km Flugentfernung). Die Hubschrauberangebote haben zwischen 18 und 20 DM pro Hektar gelegen, in einem Falle bei 12 DM/ha. Verf. folgert, daß es mit Starrflügeln zur Zeit möglich ist, billiger als mit Hubschraubern zu arbeiten. Die Starrflügler würden kostenmäßig als echte Konkurrenten der Bodengeräte auftreten. Letztere würden dabei nicht überflüssig. Durch zweckmäßige Kombination beider können Zeit- und Kostenaufwand erheblich reduziert werden.

Haronska (Bonn).

Anonym: Flugzeug und Pflanzenschutz. — Pflanzenschutzbriefe, Hauschrift der Raab-Karcher u. Cie., Essen, 5, Nr. 1, 6 S., 1957.

Es wird ein historischer Überblick über die Entwicklung des Luftfahrzeug-einsatzes im Pflanzenschutz ab 1912 gegeben. Ferner werden die Vorteile des Einsatzes von Luftfahrzeugen gegenüber Bodengeräten und die Vor- und Nachteile zwischen Hubschrauber und Starrflügler besprochen. Auch auf kleinsten Parzellen im Feldbau (etwa 0,25 ha) ist der Starrflügler dem Hubschrauber leistungs- und kostenmäßig überlegen. In besonders ungünstigen Gelände-verhältnissen ist der Hubschrauber unentbehrlich.

Haronska (Bonn).

Baleh, R. E., Webb, F. E., and Fettes, J. J.: The use of aircraft in forest insect control. — Forestry Abstracts, 16, no. 4; 17, nos. 1 and 2; 31 S. (Sonderdruck), 1955/56.

Den Verff. dieses aus Kanada stammenden Sammelberichts ist es gelungen, in zwangsläufiger Konzentriertheit eine ebenso intensive wie extensive Übersicht über ein Sachgebiet zu geben, dessen Grenzen über das hinausgehen, was man nach dem Titel erwartet. Selbstverständlich, daß — nach einer geschichtlichen Einleitung Technik und Organisation des Flugzeug-Einsatzes zur Bekämpfung von Forstschädlingen eingehend besprochen werden, daß die Entwicklung der dafür verwendeten Insektizide und Ausbringverfahren geschildert wird, daß die meteorologischen Probleme ihre angemessene Würdigung finden: schon dieses zentrale Kapitel behandelt mit gleicher Gründlichkeit eine Reihe von z. T. peripheren Detailfragen, wie etwa der Dosierung, der optimalen Tropfengröße von Sprühwolken und -belägen oder der Verdunstung ausgebrachter Flüssigkeiten. Dabei ist in nennenswertem Ausmaße auch Literatur aus anderen Kontinenten berücksichtigt. Überdies erfährt man bisher wenig Bekanntes über den Gebrauch von Flugzeugen und (u.a.) der Luft-Farbphotographie zur Überwachung des Auftretens von Großschädlingen

in den riesigen kanadischen Wäldern sowie über Luft-Transporte von Parasiten und Raubinsekten und Versprühen von Virus-Suspensionen zur biologischen Bekämpfung eingeschleppter Schadinsekten. Das anschauliche Bild einer Flugzeug-Großaktion entsteht aus einem detaillierten Bericht über die chemische Bekämpfung des Tannenknospenwicklers *Choristoneura fumiferana* (Clem.) in den USA und Kanada (1949-1954: rund 7 Millionen *acres*). Im letzten Kapitel wird der Rahmen noch erweitert: schon das Problem der Erfolgskontrolle erscheint im Zusammenhang mit populationsdynamischen Vorgängen (Wechselwirkung, bis zur Kompensation, zwischen Begiftungseffekt und natürlicher Mortalität), und das Gesamtthema wird unter die Perspektive der langfristigen Auswirkung von Großaktionen auf den Wald und seine gesamte Biocönose gestellt. Auch hier überspannt das Referat sowohl Einzelheiten der Methodik als auch weiteste Horizonte. — Zitiert sind 174 Titel unter besonderem Hinweis auf eine bibliographisch noch reichhaltigere Quelle (Hawes, I. L., and Eisenberg, R.; in Bibliogr. Bull. No. 8, 1947, U.S. Dept. Agric.). Thalenhorst (Göttingen).

Metcalf, R. L.: Organic Insecticides, their chemistry and mode of action. — Interscience Publishers New York (London) 1955.

Die stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Insektizidforschung in den beiden letzten Jahrzehnten, in deren Verlauf mehr als 100 000 Verbindungen geprüft wurden, spiegelt sich in einer nicht mehr zu übersehenden Zahl von Veröffentlichungen wieder. Diese sind in den verschiedensten Publikationsorganen zerstreut, so daß es immer schwieriger wird, sich einen das Wesen der Wirkstoffe umfassenden vollständigen Überblick über die mehr als 100 betragende Zahl der in Anwendung befindlichen Insektizide zu erarbeiten. Es entsprach einem dringenden Bedürfnis, hier Abhilfe zu schaffen. Diese ebenso schwierige wie arbeitsreiche Aufgabe hat R. L. Metcalf, ein hervorragender Experte, dem selbst wesentliche Beiträge zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus der organischen Insektizide, insbesondere der organischen Phosphorverbindungen zu verdanken sind, übernommen. In einer sehr übersichtlichen Darstellung, die 14 Abschnitte umfaßt, werden, nach Wirkstoffgruppen getrennt, die heute interessierenden ökonomisch wichtigen organischen Insektizide behandelt. Jedes Kapitel erläutert nach einer kurzen und prägnanten Einführung den Chemismus der Wirkstoffe, durch Formelbilder anschaulich ergänzt, die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und toxischer Wirkung, den Wirkungsmechanismus — so weit bekannt — und die Warmblüttoxizität. Sehr wertvoll sind die jedem Abschnitt anhängenden umfangreichen, aber doch auf das wesentliche beschränkten Literaturzitate. — Die drei ersten Kapitel befassen sich mit den in der Natur vorkommenden Insektiziden Nikotin, Normikotin und Anabasin, den Rotenoiden und den Pyrethroiden. Der 4. Abschnitt behandelt das wissenschaftlich interessante und bekämpfungstechnisch wichtige Problem der kombinierten Wirkung von Insektiziden insbesondere des Synergismus. Ausführlich wird über die Pyrethrum- und Allethrin-Synergisten berichtet. Die Abschnitte 5-7 enthalten die organischen Thiocyanate, Dinitrophenole und DDT nebst Abkömmlingen. Der letztgenannte Wirkstoff nimmt entsprechend seiner intensiven Bearbeitung einen sehr breiten Raum ein, wobei besonders die Erörterung der Temperaturabhängigkeit der Wirkung, die Wirkungsweise, der Metabolismus und die Wirkung auf das Enzymsystem erwähnenswert sind. Ein eigenes Kapitel (8) ist den spezifisch wirkenden Akariziden gewidmet. In den Abschnitten 9-13 sind Hexachloreyclohexan, Cyclodiene, organische Phosphorverbindungen, Carbamate und die übrigen Insektizide untergebracht. Besonders ausführlich sind die organischen Phosphorverbindungen behandelt, die als Kontakt-, Fraß- und Atemgifte sowie als systemische Insektizide für nahezu alle Zwecke der Schädlingsbekämpfung geeignet sind, zumal sich hierunter Vertreter befinden, die sich durch sehr geringe Warmblüttoxizität auszeichnen. Bei dieser Gruppe von Verbindungen ist der Wirkungsmechanismus sehr einheitlich und wohl am besten von allen Insektiziden bekannt. Der letzte Abschnitt 14 setzt sich mit der Insektizidresistenz auseinander und vermittelt einen ausgezeichneten Überblick über Entstehung und biochemische Grundlagen der Resistenz unter besonderer Berücksichtigung der Stubenfliege. Die wertvolle Neuerscheinung wird vorteilhaft jedem, der sich eingehend entwicklungs- oder anwendungstechnisch mit der Insektizidforschung zu befassen hat, ob Biologe, Chemiker oder Toxikologe, zum unentbehrlichen Rüstzeug bei seinen Arbeiten werden.

Unterstenhöfer (Opladen).

Wäckers, R. W.: Pflanzenphysiologische Wirkung des systemischen Insektizids „Systox“ (Diäthyl-thionophosphorsäureester des -Oxäthyl-thioäthers). — Höfchen-Briefe 8. Jg., 269–328, 1955.

Die Untersuchungen beschäftigen sich mit der zellphysiologischen Verträglichkeit des systemischen Insektizids „Systox“ im allgemeinen und der Natur der nach Überdosierung beobachteten Schäden und eventuelle Förderungswirkungen auf die behandelte Pflanze im besonderen. Die Laboratoriumsversuche wurden an *Ankistrodesmus braunii* und *Chlorella vulgaris* unter Verwendung der manometrischen und der Tracer-Methodik sowie mit Hilfe des Kressewurzeltestes durchgeführt. Als wesentliche Ergebnisse sind zu nennen: Konzentrationen über 0,005% Wirkstoff hemmen das Wachstum der Kressewurzel, wobei die Hemmung in erster Linie die Teilungsvorgänge, weniger Streckung und Plasmawuchs betreffen. Während niedrige und mittlere Konzentrationen das Wachstum der Zelle nicht beeinflussen, geht die Trockengewichtsproduktion von *Ankistrodesmus* in „Systox“- und „Schradan“-Lösung deutlich zurück. Konzentrationen über 0,005% rufen bei *Ankistrodesmus*, *Chlorella* und *Helodea* Atmungssteigerung hervor, die sich auch in einer Photosynthesedepression äußert. Dagegen konnte bei *Tradescantia*- und Zuckerrübenwurzeln eine Steigerung des respiratorischen O₂-Verbrauches nicht oder erst in höheren Konzentrationen festgestellt werden. Bei Angießen des Präparates in den Boden werden keine das Wachstum und den Stoffwechsel der Wurzel ungünstig beeinflussenden Konzentrationen erreicht. Fettreiche Algen speichern den Wirkstoff stärker als fettfreie Zellen. Ertragssteigerungen durch „Systox“-Anwendung bei Ausschaltung jedes Schädlingsbefalls können nicht erwartet werden, wie Versuche an *Vicia faba* zeigten.

Unterstenhöfer (Opladen).

Rüppold, H.: Experimentelle Beiträge zum Wirkungsmechanismus innertherapeutisch wirksamer Präparate. Ein Beitrag zur inneren Therapie der Pflanze. — Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. 5, 219–250, 1955.

Nach einem Überblick über den gegenwärtigen Stand der Inneren Therapie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung von „Schradan“ und „Systox“ wird über einige neue Wirkstoffe aus der Gruppe der Trialkylthiophosphate des VEB Farbenfabriken Wolfen berichtet. Als systemisch wirksam erwies sich die Verbindung „W 6510“. Diese wurde eingehend im Laboratorium und im Freiland zur Bekämpfung saugender und beißender Schädlinge geprüft. Wirkung und Wirkungsmechanismus dieses Wirkstoffes, dessen Konstitution und physikalische Konstanten nicht angegeben werden, sind mit denen des „Systox“ vollkommen gleichzusetzen.

Unterstenhöfer (Opladen).

Lüers, Th.: Welche Veränderungen bewirken Insektizide an den Nervenzellen der Insekten? — Umschau 55, 559–560, 1955.

Nach einer kurzen Wiedergabe von histologischen Untersuchungen über den inneren Aufbau normaler Insektennervenzellen, die große Ähnlichkeit mit den Nervenzellentypen der Wirbeltiere besitzen, werden Nervenzellschädigungen durch „E 605 forte“ und DDT bei *Drosophila* beschrieben. Nach E 605-Vergiftung wurden Veränderungen in einer großen Anzahl der großen und größten Nervenzellen des Brust- und Kopfbereichs festgestellt. Dabei ließen sich 2 Formen von Veränderungen unterscheiden: einmal Schwellungen der Nervenzellen mit Einbuße der normalerweise intensiven Färbbarkeit mit basischen Anilinfarben und zum anderen Zellen, bei denen nur um den Kern herum Reste von Cytoplasma liegen. Bei den sogenannten kleinen Nervenzellen zeigten sich ausschließlich Schrumpfungsercheinungen. Bei der DDT-Vergiftung wurden grundsätzlich die gleichen Erscheinungen beobachtet, jedoch nicht so häufig wie nach E 605-Einwirkung. Zur Deutung der Feststellungen wurden Vergleiche mit Nervenzellveränderungen bei höheren Lebewesen angestellt. Verf. betont, daß für die Vergiftung der Insekten die Schädigung des Zentralnervensystems nicht allein verantwortlich gemacht werden kann.

Unterstenhöfer (Opladen).

Härdtle, H.: Arbeit und Planung im Pflanzenschutz. 146 S., 32 Abb., zahlreiche Tabellen. — Deutscher Bauernverlag Berlin 1956. Geb. DM 11,60.

Verf. verfolgt mit seiner Schrift „das Ziel, den praktischen Pflanzenschutz über betriebswirtschaftliche Erfahrungen zu unterrichten und ihm eine Basis für die Planung und Durchführung seiner Arbeiten zu schaffen“. Zu diesem Zweck werden Arbeitsleistung und Unkosten der für die verschiedenen Arbeitsgänge eingesetzten Menschenkräfte und Maschinen genau berechnet und mit der Höhe des Schadens in Beziehung gesetzt, der durch die pflanzenschutzlichen Maßnahmen

verhindert werden kann. Daraus ergibt sich bei Berücksichtigung der Materialkosten die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren. Die modernen Hochleistungsgeräte werden besonders eingehend betrachtet, doch zieht Verf. auch ganz alte Verfahren, z. B. die Frostspannerbekämpfung mittels Leimringen, mit in den Kreis seiner Überlegungen. — Die teilweise schwer verständlichen Abkürzungen werden auf S. 8 erklärt. — Das Buch ist in erster Linie für die Planwirtschaft der DDR. geschrieben, doch kann auch der vorwärtsstrebende praktische Pflanzenschutz in der Bundesrepublik manchen Nutzen daraus ziehen. Speyer (Kitzeberg).

Perkow, W.: Die Insektizide. — Dr. Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg, 1956, 384 S. Geb. DM 28.—.

Für das Deutsche Sprachgebiet erstmalig wird das durch die Entwicklung synthetischer Wirkstoffe fast unübersehbar gewordene Gebiet der Insektizide übersichtlich und in erfreulicher Vollständigkeit dargestellt. Bei der Besprechung der einzelnen Präparate steht die chemische Betrachtungsweise im Vordergrund. Daneben werden aber auch allgemeine Probleme der Insektizidanwendung, die Methoden der Konfektionierung und Ausbringung sowie physiologische und toxikologische Fragen diskutiert. Das ausgezeichnete Werk ist vorwiegend für den Gebrauch durch den Pflanzenschutzwissenschaftler geeignet. Der leicht lesbare Stil und die am Schluß gegebene Fremdwörterklärung machen es aber auch für Nichtfachleute durchaus verständlich. Wenn an dieser Stelle noch ein Wunsch bezüglich der Ausgestaltung bei einer etwaigen Neuauflage geäußert werden darf, so wäre es der nach einer ausführlicheren Behandlung des Problems der Gesundheitsgefährdung durch Insektizide. Die bei Besprechung der einzelnen Wirkstoffe eingefügten toxikologischen Absätze vermögen diese Lücke nicht ganz zu schließen.

Meyer (Hannover).

Schrader, G.: Rückblick auf 2 Jahrzehnte Phosphorchemie. — Mitt. Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem 85, 3–10, 1956.

Anläßlich der Verleihung der Otto-Appel-Denkmünze gab Schrader einen historischen Überblick über seine für die moderne Schädlingsbekämpfung so fundamentalen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der organischen Phosphorverbindungen. Hinter der klaren und knapp gefaßten Darstellung, die die Entwicklung fast selbstverständlich erscheinen läßt, verbirgt sich ein mühevoller und nur von einem großen Könner zu meisternder Weg, der zu Parathion (E 605), Potasan, Systox, Metasystox, Muscatox, Dipterox und Chlorthion führte. Zwischenstationen waren das Methansulfosäurefluorid, TEPP, HETP (Bladan), Ompa (Schrader) und E 600, womit aus der Fülle der von Schrader synthetisierten Verbindungen, die mit mehreren Tausend beziffert werden können, nur ganz wenige genannt sind. Der Wirkungsmechanismus dieser Gruppe ist sehr einheitlich und beruht auf einer Phosphorylierung und damit Inaktivierung lebenswichtiger Enzyme, in erster Linie der Cholinesterasen.

Unterstenhöfer (Opladen).

Bhattacharyja, S. S. & Linskens, H. F.: Über den Einfluß von „Systox“, „Metasystox“ und „Pestox“ auf die Kerne und Chromosomen von *Vicia faba*. — Phytopath. Z. 23, 233–248, 1955. — (Ref.: Die Gartenbauwissenschaft 2, (20) 81–82, 1955.)

Verff. untersuchten vergleichend die Wirkung von Systox, Metasystox und Pestox auf die Mitose und Meiose an Wurzelspitzen von *Vicia faba*. In Abhängigkeit von Konzentration und Zeit wurden in Wasserkulturen mehr oder weniger starke Schädigungen an den Ruhekernen und Mitosen festgestellt. Hohe Konzentrationen führen zur Koagulation der Proteine, mittlere wirken im Sinne von Spindelgiften. Bei zeitlich begrenzter Einwirkung konnte Wiedererholung beobachtet werden. Bei Bodenbehandlung sind die Wirkungen stark abgeschwächt. Besonders empfindlich sind Pollenmutter- und Eizellen. Die Wirkungsintensität der untersuchten Substanzen zeigt folgende Reihenfolge: Systox > Metasystox > Pestox.

Unterstenhöfer (Opladen).

Verantwortlicher Schriftleiter: Professor Dr. Dr. h. c. Hans Blunck, (22c) Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße. Verlag: Eugen Ulmer, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften, Stuttgart, Gerokstraße 19. Druck: Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg. Erscheinungsweise monatlich einmal. Bezugspreis ab Jahrgang 1955 (Umfang 800 Seiten) jährlich DM 85.—. Die Zeitschrift kann nur jahrgangsweise abgegeben werden. Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten auf Wunsch 20 Sonderdrucke unberechnet, falls eine Bestellung spätestens bei Rückgabe des Korrekturabzuges an die Schriftleitung erfolgt; sie räumen dem Verlag das Recht ein, die Herstellung von Fotokopien zu genehmigen. Anzeigenannahme: Stuttgart O, Gerokstraße 19. — Postscheckkonto Stuttgart 7463.

Mühle, E., Klärende Untersuchungen über das Auftreten von Blütengallmücken an der Wiesenrispe <i>Poa pratensis</i> L. in Deutschland. Mit 9 Abbildungen	547—550
Ohnesorge, B., Die Prognose von Fichtennestwicklerschäden (<i>Epiblema tedella</i> Cl.)	550—554
Wiesmann, R., Untersuchungen über die Sexualbiologie von <i>Prodenia litura</i> F. in Ägypten. Mit 1 Abbildung	554—562
Buhl, Claus, Beitrag zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschotenmücke (<i>Dasyneura brassicae</i> Winn.) von dem Kohlschotenrüßler (<i>Ceuthorrhynchus assimilis</i> Payk.)	562—568
Lipa, Jerzy Józefat, Andrzej Ruszkowski, Badania nad zmianami śmiertelności <i>Aporia crataegi</i> L. w kolejnych latach masowego pojawu (1952—1957) w Polsce	568—572
David, W. A. L., Breeding <i>Pieris brassicae</i> L. and <i>Apanteles glomeratus</i> L. as experimental insects. With 3 Figures	572—577
Franz, Jost, Ein Vergleich des europäischen und des nordamerikanischen Tannentriebwicklers (<i>Choristoneura murinana</i> (Hb.) und <i>C. fumiferana</i> (Clem.)). Mit 4 Abbildungen	578—584
Schwerdtfeger, F., Maßnahmen zur Bekämpfung der <i>Dendroctonus</i> -Epidemie in den Kiefernwäldern Guatemalas. Mit 5 Abbildungen	584—588
de Wilde, J., Breeding the Colorado Beetle under Controlled Conditions. Mit 4 Abbildungen	589—593
Müller, H. J., Über die Entwicklung erhöhten Randbefalls von Ackerbohnen-Beständen durch <i>Aphis fabae</i> Scop. Mit 2 Abbildungen.	593—599
Martini, Christian, Auftreten von Weibchen bei der anholozyklischen Form von <i>Rhopalosiphoninus tulipaellus</i> Theob. 1916 (<i>Aphidoidea</i>). Mit 1 Abbildung	599—600
Blunck, Hans und Margot Janßen, Zur Kenntnis von <i>Hemiteles melanarius</i> Grav. (Ichn.). Ein Fall des Übergangs vom Ekto- zum Endoparasitismus. Mit 2 Abbildungen.	600—606
Solomon, M. E., Ecology of Stored Products Pests: Progress of a Long-Term Project. With 2 Figures	606—612
Schneider, F., Auftreten und Bekämpfung einiger Obstschädlinge in Syrien. Mit 6 Abbildungen.	613—619
Unterstenhöfer, G., Die Bekämpfung von Pflanzenschädlingen durch Saatgutbehandlung mit systemischen Insektiziden	619—625
Johnson, T., Plant disease control in Western Canada, with particular reference to Small Grains	625—631
Bremer, H., Neuere Ergebnisse der Deutschen Pflanzenschutzforschung im Gemüsebau	631—637

Berichte

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes	Bovey, R.	643	Tietz, H.	651
Braun, H. & Riehm, E.	637	IV. Pflanzen als Schädenerreger	Tilgner, S.	651
Thienemann, A. F.	638	Dowson, W. J.	*Lalonde, D. I. V. & Brown, A. W. A.	651
Steinhaus, E. A.	638	Sörgel, G.	Casida, J. E.	652
Pfeifer, S.	639	Viennot-Bourgin, G.	Ark, P. A. & Alcorn, S. M.	652
Eichholtz, F.	639	Horsfall, J. G.	Beran, F., Böhm, H. & Fischer, R.	652
III. Viruskrankheiten	Handbuch der Pflanzenkrankheiten	646	Reisch, J.	653
Weidel, W.	639	Roer, H.	Anonym	653
Meier, A.	640	Bonnemaison, L. & Missonnier, J.	Balch, R. E., Webb F. E. & Fettes, J. J.	653
Scaramuzzi, G.	640	Moericke, V.	Metcalf, R. L.	654
Brandenburg, E.	640	Sèguy, E.	Wäckers, R. W.	655
Schuster, G.	641	Mathys, G.	Rüppold, H.	655
Roland, G.	641	Bird, F. T.	Lüers, Th.	655
Richardson, D. E. & Tinsley, T. W.	641	Annual Review usw.	Härdtle, H.	655
Harrison, B. D.	642	VIII. Pflanzenschutz	Perkow, W.	656
Beemster, A. B. R.	642	Franz, J.	Schrader, G.	656
Valenta, V.	642	„Bayer“ Pflanzen-schutz-Compendium	Bhattacharyja, S. S. & Linskens, H. F.	656
Yarwood, C. E.	642			
Schmelzer, K.	643			
McKinney, H. H.	643			

Eine kleine Auswahl bewährter Pflanzenschutz-Literatur

(vollständiger Katalog auf Wunsch kostenlos vom Verlag)

Fortschritte im Wissen vom Wesen und Wirken der Viruskrankheiten

(Nach einem auf der 117. wissenschaftl. Tagung des Naturhistor. Vereins der Rheinlande und Westfalens am 27. 11. 1954 in Bonn gehaltenen Vortrag.) Von Prof. Dr. H. Blunck. 66 Seiten mit 41 Abb. Preis DM 5.80.

Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau

Von Prof. Dr. B. Rademacher, Hohenheim. 2. verbesserte Auflage. 261 Seiten mit 126 Abbildungen und 3 Farbtafeln. Kart. DM 11.80, Ganzl. DM 13.—.

Grundriß des praktischen Pflanzenschutzes

Von Oberreg.-Rat Dr. Karl Böning, München. 2. erweiterte Auflage (1957). 185 Seiten mit 68 Abbildungen. DM 8.40.

Schädlingsbekämpfung im Obstbau

Von Prof. Dr. Fritz Stellwaag, Geisenheim. 2. Auflage (1957). 122 Seiten mit 77 Abbildungen. DM 5.40.

Schädlingsbekämpfung im Weinbau

Von Prof. Dr. F. Stellwaag, Geisenheim a. Rh. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. 112 Seiten mit 74 Abbildungen. DM 3.85.

Die Ernährungsstörungen der Rebe, ihre Diagnose und Beseitigung.

Von Prof. Dr. Fritz Stellwaag unter Mitwirkung von Prof. Dr. E. Knickmann, beide Geisenheim. 78 Seiten mit 44 Textabbildungen und 2 Farbtafeln. Preis in Halbl. geb. DM 5.60.

Lieferbare Jahrgänge der

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Bezugspreis Jahrgang 1957 (Umfang 800 Seiten) halbjährlich DM 42.50

Die einzelnen Jahrgänge können nur komplett abgegeben werden; der vorliegende Sonderband zum Internationalen Pflanzenschutzkongreß 1957 wird jedoch ausnahmsweise auch einzeln zum Preis von DM 35.— geliefert.

Band 18	(Jahrgang 1908)		DM 30.—
„ 23 u. 25 (	„ 1913 u. 15)	je	„ 30.—
„ 28—32 (	„ 1918—22)	„ „	30.—
„ 33—38 (	„ 1923—28)	„ „	24.—
„ 39 (	„ 1929)	„ „	30.—
„ 40—50 (	„ 1930—40)	„ „	40.—
„ 53 (	„ 1943 Heft 1—7)	„ „	25.—
„ 56 (	„ 1949 erweiterter Umfang)	„ „	46.—
„ 57—59 (	„ 1950—52)	„ je	„ 50.60
„ 60—61 (	„ 1953—54)	„ „	„ 68.—
„ 62—63 (	„ 1955—56)	„ „	„ 85.—

Die Vorräte, vor allem der älteren Jahrgänge, sind sehr beschränkt.